LEITFADEN

zu

Vorlesungen über populäre Experimental Physik

für

Liebhaber der Natur und die Jugend

von

KAJETAN EGGER

K. Professor der Mathematik und Physik

in München

Zum Gebrauche seiner Zuhörer

Zweite sehr verbesserte Auflage

mit VI Steintafeln.

München 1829

gedruckt bei E. A. Fleischmann.

(auf Kosten des Verfassers)

Phys. g. 98

L
=

Egger.

Leitfaden

zu

Vorlesungen

über

populäre Experimental-Physik

für

Liebhaber der Natur und die Jugend

von

Kajetan Egger,

königl. Professor der Mathematik und Physik in München.

Zum

Gebrauche seiner Zuhörer.

Zweite verbesserte Auflage.

Mit 6 Steintafeln.

München 1829.

Gedruckt bei Ernst August Fleischmann.

(Auf Kosten des Verfassers.)

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BIBLIOTHECA
REGLA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Einige meiner Freunde und Bekannte, welche meine bedeutende Sammlung physikalischer Instrumente sahen, die ich mir nach und nach durch unermüdeten Fleiß zu meiner eigenen Belehrung und zu meinem Vergnügen angeschafft hatte, baten mich, sie mit dem Gebrauche derselben und zugleich mit den Anfangsgründen der Naturlehre bekannt zu machen.

Da ich nicht umhin wollte, einer Bitte nachzugeben, die für mich so schmeichelhaft war, und so sehr mit meinem Wunsche übereinstimmte, eine Wissen-

schaft, deren hohen Werth ich einsah, eben so beliebt bei andern zu machen, als sie es mir war; so beschloß ich, für einen solchen kleinen Kreis populäre Privatvorlesungen über die Naturlehre mit Experimenten anzufangen. Ich ließ daher meinen physikalischen Apparat auf fünf Steintafeln abbilden, und entwarf dazu einen eigenen Leitfaden, gesammelt, größtentheils aus den neuesten Lehrbüchern und Journalen der Physik und Astronomie, welcher auch auf allgemeines Verlangen meiner Zuhörer im Jahre 1824 lithographirt erschien, nach welchem ich seither, außer meinem öffentlichen Unterrichte in der männlichen höhern Bürger-, der höhern Feiertags- und der königl. polytechnischen Zentral-Schule, auch privatim für mehrere Gesellschaften höchster Herrschaften, worunter sich mehrere Damen befanden, Offiziere und andere Zuhörer aus allen Ständen, zur größten Zufriedenheit, vorgetragen habe.

Da nun gegenwärtig dieser Leitfaden gänzlich vergriffen, und es für die Zuhörer höchstes Bedürfniß ist, einen Anhaltspunkt in den Händen zu haben; so entschloß ich mich neuerdings, auf allgemeines Verlangen, zu dieser neuen, sehr er-

weiterten und verbesserten, auch sehr wohlfeilen Auflage.

In meinem zweiundzwanzigjährigen Wirkungskreise habe ich am besten das Bedürfniß, die Fassungsgabe und das Interesse verschiedener Klassen von Zuhörern kennen gelernt; dadurch hat mein gegenwärtiger Leitfaden gewiß den meisten Vorzug in Hinsicht auf Behandlung der Materie gewonnen, und dürfte deßhalb, wie bisher, zur Benützung in solchen öffentlichen Schulen, wo deren Entzweck Bildung kräftiger Bürger und mechanischer Künstler ist, nicht für ungeeignet befunden werden.

Mit dem Wunsche, daß dieser Leitfaden von meinen Schülern sowohl, als auch von meinen Privatzuhörern mit Nutzen gebraucht werden möchte, übergebe ich nun denselben dem Drucke.

Bei den häufig schwankenden Hypothesen im Gebiete der Naturlehre nehme ich recht gerne von Sachverständigen schonende Belehrung an, um diesem Werke mit der Zeit noch größere Vollkommenheit zu verschaffen; indem ich ganz anspruch-

los diese Bogen dem Publikum übergebe, und meine Absicht vollkommen erreicht zu haben glaube, wenn ich nach meinem vorgesetzten Plane die Verbreitung der Kenntnisse in diesem Theile der Wissenschaft noch ferner befördere.

München, im Monat August 1829.

K. Egger.

Inhalt.

Seite

Einleitung in die Naturlehre sammt ihren Vorbegriffen 1

I. Kapitel. Von der Ausdehnung . . . 7
1) Von der Porosität 8
2) Von der Undurchdringlichkeit 11
3) Von der Theilbarkeit 12

II. Kapitel. Von dem Zusammenhange . . 17
1) Von den Cohäsionskräften . . . . —
2) Von der Adhäsion 23
3) Von der Attraktion 26
4) Von der Elastizität 30

III. Kapitel. Allgemeine Bewegungslehre . . 35
1) Von der Schwere 40
2) Von der einfachen Bewegung 47
3) Von der zusammengesetzten Bewegung . . 49
4) Von der Bewegung durch die Zentralkräfte . 52
5) Von der Pendelbewegung 54
6) Von der Mittheilung der Bewegung durch den Stoß 58
7) Von dem Schwerpunkte 64

Seite

IV. Kapitel. Vom Gleichgewichte und der Bewegung fester Körper 71

1) Vom Hebel 72
2) Von der Rolle 80
3) Von dem Rade an der Welle 82
4) Von der schiefen Fläche 85
5) Von dem Keile 86
6) Von der Schraube 87
7) Von der Anwendung der einfachen Hebelzeuge und von ihrer Zusammensetzung 88
8) Gebrauch und Zusammensetzung des Rades an der Welle mit dem Hebel, dem Flaschenzuge und mit sich selbst 94
9) Von den Hindernissen der Bewegung . . . 98

V. Kapitel. Vom Gleichgewichte und der Bewegung flüssiger Körper 102

1) Von dem Gleichgewichte gleichartiger und ungleichartiger Flüssigkeiten 106
2) Von festen und flüssigen Körpern in Verbindung 109

VI. Kapitel. Von der Luft 117

1) Von dem Barometer 120
2) Von der Luftpumpe 124
3) Vom Schalle 130

VII. Kapitel. Von der chemischen Anziehung . 136

1) Von den einfachen Körpern, die eine merkliche Schwere haben 142
2) Von den Salzen und Erden 149
3) Vom Wasser 153
4) Von den Luftarten 156

VIII. Kapitel. Von der Wärme 161

1) Von den verschiedenen Arten, wie Wärme erzeugt wird 163

Seite

2) Von der Mittheilung der Wärme durch gute Leitung 165
3) Von der Ausdehnung durch Wärme und Zusammenziehung durch Kälte 174
4) Von Thermometern und Pyrometern . . 176

IX. Kapitel. Vom Lichte 194

1) Von den scheinbaren und wahren Größen . . 199
2) Von der Reflexion des Lichtes 200
3) Von der Refraktion des Lichtes . . . 206
4) Von der Entstehung der Farben . . . 214

X. Kapitel. Von der Elektrizität . . . 222

1) Von den Leitern und Nichtleitern der Elektrizität 227
2) Von dem elektrischen Anziehen, Abstossen, von dem Ausströmen der elektrischen Materie aus Spitzen und Ecken, und von verschiedenen elektrischen Versuchen 230
3) Von entgegengesetzten Elektrizitäten und Elektrometern 232
4) Nähere Erklärung der bisher elektrischen Erscheinungen 235
5) Von dem Galvanismus 249

XI. Kapitel. Von dem Magnete 256

XII. Kapitel. Von dem Weltgebäude 264

1) Von den Fixsternen 265
2) Von der Sonne 268
3) Von den verschiedenen Weltsystemen . . 271
4) Von den Planeten 273
5) Von der Erde 276
6) Von den Nebenplaneten, Trabanten, Monden, Satelliten 298
7) Von den Kometen 305

	Seite
XIII. Kapitel. Von der Oberfläche der Erde .	312
XIV. Kapitel. Von den Lufterscheinungen . .	321
1) Von den luftigen Erscheinungen . . .	—
2) Von den wässerigen Erscheinungen . . .	333
3) Von den glänzenden Erscheinungen . . .	342
4) Von den feurigen Erscheinungen . . .	347

Einleitung in die Physik.

§. 1. Unter dem Worte Natur (Welt oder Universum) in seiner allgemeinsten Bedeutung versteht man den Inbegriff aller erschaffenen Dinge. Alle erschaffenen Dinge sind aber entweder materiele oder geistige Wesen. Der Inbegriff jener heißt die Körper- oder Sinnenwelt; dieser die Geisterwelt. Die Naturlehre (Naturwissenschaft) wäre also, in ihrer weitesten Bedeutung die Wissenschaft von den Eigenschaften und den davon abhängenden Wirkungen der erschaffenen Dinge. Sie würde sich also nicht nur auf Gegenstände der äußern Sinne, sondern auch auf denkende Wesen erstrecken. Wir kennen nur Ein Wesen, dem wir die Kenntniß dieser Wissenschaft beilegen — die Gottheit.

§. 2. Die Naturlehre oder Physik im engern Sinne aber ist nur ein Zweig der so weit

ausgedehnten Naturwissenschaft; sie beschäftigt sich bloß mit solchen Erscheinungen und ihren Ursachen in der Natur, die durch wirkliche oder aufgehobene Bewegung an materiellen Dingen sich wahrnehmen oder erschließen lassen.

§. 3. Mit allen Naturkörpern gehen oft sehr auffallende Veränderungen vor. Diese Veränderungen, die durch einen oder mehrere unserer fünf Sinne wahrgenommen werden, nennt man Naturerscheinungen, Phänomene, auch Naturbegebenheiten. Dergleichen sind z. B. Thau, Nebel, Schnee, Regen, Gewitter, Sturmwinde, Erdbeben u. s. w.

§. 4. In der Physik macht man nicht nur Beobachtungen an den verschiedenen unorganischen Naturkörpern, sondern man setzt auch diese durch Hülfe von Instrumenten in einen andern Zustand, d. h. man macht Versuche oder Experimente. Dadurch lernt man die Körper noch viel genauer kennen, und man entdeckt an ihnen oft neue Eigenschaften, die über ihr Wesen und über ihre Veränderungen, welche sie unter diesen oder jenen Umständen erleiden, nähern Aufschluß geben. So z. B. macht man Versuche mit der Elektrisirmaschine, wodurch Thiere getödtet, allerlei Materien in Brand gesetzt oder geschmolzen oder zersplittert werden können u. s. w. Zu solchen Experimenten sowohl, als auch

zu den Beobachtungen, wie an den Himmelskörpern, gehören diejenigen Werkzeuge oder Instrumente, welche zusammen den physikalischen Apparat ausmachen, wovon Einfachheit, Genauigkeit und Reinlichkeit die ersten Erfordernisse sind. Benützt man diese wirklich dazu, um richtigere, genauere und mannigfaltigere Kenntnisse von den Eigenschaften der Naturkörper und von den an ihnen statt findenden Erscheinungen zu bekommen, so ist die Naturlehre eine Experimental-Naturlehre oder Experimental-Physik.

§. 5. Die Erscheinungen, die uns die Natur darbietet, sind Wirkungen, die nothwendig ihre Ursachen haben müssen, und ihre Gesetze, nach denen sie sich richten. Die Ursachen und die Gesetze der Phänomene nachzuweisen, ist das eigentliche Geschäft des Physikers, und insofern ihm dieses gelingt, ist er im Stande, die Naturerscheinungen zu erklären, und die Nothwendigkeit derselben auseinander zu setzen. Diese Erklärungsart, obgleich sie an und für sich die einzige ist, die vollkommene Richtigkeit hat, bleibt jedoch dem Menschen öfters unzugänglich, weil es dem irdischen Leben nicht vergönnt ist, den Schleyer hinweg zu heben, unter welchem die Natur ihren innern Haushalt unsern Blicken entzieht. So wenig wir im Stande sind, die wunderbare Verknüpfung zwischen Seele und Körper zu begreifen, so wenig sind wir im Stande, die letzten Ursachen der

Phänomene zu ergründen und anzugeben. Darum müssen wir in den Zuruf: „Laßt uns gleich bei unserm „Eintritt in das Gebiet der Natur die Ueberzeugung „festhalten, daß wir nicht alles zu erklären vermögen“ mit einstimmen. — Von vielen Naturerscheinungen, von solchen besonders, wo wir mit unsern Maßen und Gewichten nicht mehr ausreichen, vermögen wir oft nicht einmal die nächsten Ursachen anzugeben, wie dieses unter andern der Fall ist, wenn man die Anziehung des Eisens von dem Magnete zu erklären sucht. In allen diesen Fällen, legen wir ein Geständniß unserer Unvollkommenheit dadurch ab, daß wir nach gewagten Annahmen greifen, und Ursachen in der Natur voraussetzen, von deren Daseyn wir uns nicht weiter überzeugen können. Solche willkührliche nothgedrungene Voraussetzungen werden Hypothesen genannt. Ueberall, wo sich ein Phänomen aus keinen bereits bekannten Naturgesetzen erklären läßt, muß man nach einer Hypothese sich umsehen, und sie hat allemal einen desto größern Werth, je weniger sie an willkührlichen Voraussetzungen enthält, in dem Kreise des zu erklärenden Phänomens beharret und je größer die Reihe ähnlicher Phänomene ist, die sich nach ihr erklären lassen. Ein schönes Beispiel von dem Nutzen guter Hypothesen haben wir an dem sogenannten Kopernikanischen Weltsystem. Anfangs war dieses nur eine Hypothese, nun ist dessen Wahrheit fast ganz außer allem Zweifel.

§. 6. Ein Haupterforderniß einer Hypothese ist aber, daß sie mit keinem anerkannten Naturgesetze im Widerspruch stehe, daß sie soviel möglich aus sorgfältig angestellten Beobachtungen und Versuchen hervorgegangen sey, und daß sie zu einer möglichst vollständigen und ungezwungenen Erklärung der Naturbegebenheiten, die ohne sie unerklärt bleiben müßten, den Weg bahne.

§. 7. Für das weitere Studium der Physik sind zunächst und unmittelbar einwirkende Hülfswissenschaften die Naturgeschichte, die Chemie und die Mathematik.

§. 8. Der Nutzen dieser Wissenschaft zeigt sich in allen Angelegenheiten des Menschen, und man kann sagen, daß sie mit dem Wohle der Menschheit unzertrennbar verknüpft sey. Sie bildet den Verstand, veredelt das Herz und führt den Menschen zu seiner höhern Bestimmung. — Jeder Schritt, den wir in der Erkenntniß der Natur weiter vorwärts machen, wird unsere Seele mit Bewunderung und Dankbarkeit erfüllen. Wenn wir uns mit der Physik beschäftigen, so müssen wir uns so betrachten, als lesen wir das Buch der Natur, welches die unendliche Güte und Weisheit Gottes dem Menschen geoffenbaret. Kein Studium ist mehr geeignet, das Gemüth zu läutern und es zu einer religiösen Betrachtung der Vollkommenheit Gottes zu erheben; sie belehrt und unterhält auf die zweckmäßigste Art, daher ist das An-

genehme mit dem Nützlichen in keiner Wissenschaft edler verbunden; sie gibt dem Menschen durch richtige Kenntniß der Wirkungen der Körper Mittel an, seine Gesundheit zu erhalten, und sein Leben zu verlängern; sie befördert die Ruhe und Zufriedenheit des Menschen, indem sie ihn gegen Schwärmerei, Thorheit und Aberglauben zu schützen sucht; sie belehret in vielen Bedürfnissen des Lebens und weiset auf die richtige Benutzung der Naturerzeugnisse; sie führt uns endlich zur Demuth und Bescheidenheit, indem sie uns zeigt, wie eingeschränkt alle unsere Wissenschaft und Kenntniß sey und wie viel noch stets für uns zu lernen übrig bleibe.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

I. Kapitel.

Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.

§. 9. Durch den verschiedenen Eindruck, den die Naturkörper auf unsere Sinne zu machen fähig sind, legt man ihnen auch mancherlei Eigenschaften bei, wodurch sie ihr Daseyn bewähren, und den Eindruck hervorzubringen vermögen. Manche von diesen Eigenschaften sind von der Art, daß sie keinem Körper fehlen, und diese nennt man daher wesentliche oder allgemeine Eigenschaften. Besondere oder zufällige Eigenschaften hingegen sind solche, die nur bei gewissen Klassen von Körpern wahrgenommen werden. Hieher gehören mit noch andern auch die Eigenschaften, daß manche wägbar, (ponderabel), andere, wie Wärme, Licht, Elektrizität, Magnetismus, unwägbar (imponderabel) sind.

Von der Ausdehnung.

§. 10. Alle Körper müssen einen Raum einnehmen, folglich ausgedehnt seyn in die Länge, Breite und Dicke. Nach dieser Ausdehnung bestimmt sich die

Größe des Körpers, und ohne dieselbe kann man sich keinen Körper denken.

Die Begränzung der Ausdehnung des Körpers heißt Oberfläche; die Gränzen des Raumes geben dem Körper die Gestalt oder Figur, und was diesen Raum ausfüllt, wird Stoff, Masse, Materie genannt. Auch die kleinsten Körper, welche man nur mittelst guter Vergrößerungsgläser (Fig. 1. Mikroskope) sehen kann, haben Ausdehnung, z. B. das kleinste Sandstäubchen auf dem Fittige des kleinsten Schmetterlings. Uebrigens gibt es doch in der ganzen Natur nicht zwei, welche sich in der Gestalt und der Größe ganz gleich und ähnlich sind.

Von der Porosität.

§. 11. Unter Porosität versteht man diejenige Eigenschaft der Naturkörper, nach welcher wir an ihnen Zwischenräume bemerken, welche nicht mit demselben Stoffe ausgefüllt sind, woraus die Körper selbst bestehen. Diese Zwischenräume heißen Poren, daher die Benennung dieser Eigenschaft Porosität.

§. 12. Die Porosität ist eine allgemeine Eigenschaft der Körper, und daß die dichtesten davon nicht ausgeschlossen sind, beweisen sowohl die Versuche mit dem Mikroskope, als auch folgende: Alle Metalle, Steine, Hölzer u. s. w. können nicht allein vom Wärmestoffe, sondern auch von andern chemischen Mitteln, die in dieselben eindringen, aufgelößt werden. Wenn weißer Marmor über Kohlenfeuer warm gemacht, und mit Drachenblut bestrichen wird, so erhält er die schönste Purpurfarbe (Versuch Fig. 2.) — Das Queckfilber und so auch das Wasser

wird mittelst der Luftpumpe durch einen zolldicken Becher durchgedrückt (Versuch Fig. 3.) — Aus einem unter der Glocke der Luftpumpe ins Wasser versenkten Ei strömt bei verdünnter Luft eine Menge Luftbläschen durch die Schale hervor, die das Ei von allen Seiten umgeben. Damit die atmosphärische Luft nicht durch die Poren der Eierschalen dringt und die Eier verderben, bestreicht man dieselben mit Firniß oder taucht sie in Kalkwasser. Der Versuch Fig. 4. mit einem Brete und einem durchgesteckten Stabe zeigt die Porosität des Holzes sehr deutlich. Die magnetischen Ausflüße wirken auf die Magnetnadel und Eisenfeile durch Glas, Holz, Metalle u. s. w. (Versuch Fig. 5.) Vermischt man $\frac{2}{3}$ Wasser mit $\frac{1}{3}$ Weingeist, so wird das Volumen um $\frac{1}{20}$ kleiner. — Einen sehr deutlichen Begriff von der großen Menge der Zwischenräume gibt der Versuch (Fig. 6.) von drei aufeinander gelegten sehr feinen Haarsieben, wodurch die Lichtmaterie, der Staub u. s. w. ungehindert durchgehen. — Legt man einen Pfenning oder eine silberne Münze auf einen eisernen Dreifuß, zündet oben und unten Schwefelblumen an, so wird das Stück Geld ertheilt. (Versuch Fig. 7.) — Kork und Tannenholz, als die leichtesten Hölzer, sind in dünne Scheibchen zerschnitten, am geschicktesten, unter dem Mikroskope die bewunderungswürdige Menge der Zwischenräume, die in den Körpern vorhanden sind, nebst ihrer Gestalt und Anordnung zu entdecken. Theilt man die Länge eines Kubikzolls Korkholzes in 18 gleiche Theile, und betrachtet man $\frac{1}{18}$ unter einem guten Mikroskope; so sieht man schon 60 kleine Löcherchen in gerader Linie; es kommen also auf die ganze Länge eines Zolles, gemäß der Proportion 1080, und auf den ganzen Kubikzoll des Korkholzes $1080 \times 1080 \times 1080 = 1{,}259'712{,}000$ Löcherchen. Diese Löcherchen sind durch äußerst feine

Scheidewände des Korkes getrennt, welche einzig und allein die feste Substanz des Körpers ausmachen, und mithin einen unendlich kleinen Raum ausfüllen würden, wenn sie ohne alle Zwischenräume mit vollkommener Dichte zusammengepreßt wären. Daher sagt der berühmte englische Naturforscher Priestley: „Wenn nicht so außerordentlich viele Zwischenräume in allen Körpern vorhanden wären; so würde man die ganze solide Materie unsers Sonnensystems in eine Nußschale bringen können.“ So widersprechend auch immer diese Behauptung zu seyn scheint; so ist sie doch nicht gegen die Erfahrung; denn wir kennen keinen einzigen vollkommen dichten Körper. — Die Zahl der Zwischenräume der menschlichen Haut ist außerordentlich groß. Nach mikroskopischen Bemerkungen kommen auf die Länge einer Linie ungefähr 100 kleine Löcherchen. Nach dieser Erfahrung kommen also auf einen Zoll 1000, auf die Länge eines Fußes (als gerade Zahl) 12000, auf einen Quadratfuß aber 12000 × 12000 = 144'000,000 Zwischenräume. Nimmt man nun die äußere Oberfläche eines mittelmäßig großen Menschen zu 14 Quadratfuß an; so befinden sich auf der ganzen Haut eines solchen Menschen 144000000 × 14 = 2,016'000,000 Poren. Ein Mensch, der täglich 10,000 solcher Poren zählen wollte, würde sie in 500 Jahren noch nicht gezählt haben. Die starke Ausdünstung des menschlichen Körpers läßt sich aus der eben angeführten großen Menge der Poren sehr leicht erklären. Der berühmte Arzt Sanctorius zu Padua hat durch 30jährige Versuche mittelst einer Wage gefunden, daß die Ausleerung durch die Ausdünstung weit größer sey, als auf dem natürlichen Wege. Sorgfältig wog er sowohl seine Nahrung, als auch seine Ausleerung, und fand, daß er von 60 Unzen Nahrung, die er jeden Tag genoß, täglich 36 bis 50 Unzen durch die Ausdünstung verlor.

§. 13. Je mehr Zwischenräume ein Körper hat, desto leichter und lockerer ist er, und umgekehrt: je weniger er deren hat, desto dichter und schwerer ist er.

Aus dem Angeführten folget zugleich, daß der Begriff dicht ein beziehender (relativer) Begriff sey, oder daß man einen Körper nur in Bezug oder in Vergleichung mit einem andern, welcher poröser ist, dicht nennen könne. Ganz dichte Körper gibt es demnach nicht. Beispiele in der Vorlesung.

Von der Undurchdringlichkeit.

§. 14. Die Undurchdringlichkeit der Naturkörper besteht darin; daß ein jeder Körper seinen Raum so einnimmt, daß kein anderer mit ihm zugleich in eben demselben Raume seyn kann.

§. 15. Die Undurchdringlichkeit ist ein wesentliches und allgemeines Phänomen sowohl der festen, als der flüßigen Körper. Dieß beweisen folgende Versuche:

Feuer und Lichtmaterie werden von den Spiegeln und den weißen Wänden zurückgeworfen. — Wenn ein Trichter, wodurch man Wasser, Wein u. s. w. in ein Gefäß hinübergießt, die Mündung des Gefäßes ganz ausfüllt, so fällt das Flüßige mit seiner ganzen Schwere nie in das Gefäß. (Versuch Fig. 8.) — Die Undurchdringlichkeit des Wassers und der Luft beweisen die bekannten Taucherglocken, womit Menschen sich bis auf den Grund des Meeres hinablassen können. (Versuch Fig. 9.) — Senkt man die Glasröhre (Versuch Fig. 10.) mit der voll Wasser gefüllten Glassphäre ins Wasser, so springt das Wasser gleich einem Springbrunnen in die

Höhe. Wenn an das eine Ende einer Glasröhre eine mit athmosphärischer Luft gefüllte Thierblase fest gebunden, und dann ins Wasser versenkt wird, so dringt kein Wasser in die Röhre, (Versuch Fig. 11.) weil Luft darin ist.

§. 16. Versuche mit der Stoßmaschine, mit der Presse und andern Druckmaschinen beweisen deutlich, daß man weder einem festen, noch einem flüßigen Körper durch das Zusammendrücken mittelst natürlicher Kräfte den Raum oder seine Ausdehnung nehmen könne, daß also jeder Körper seinen Raum mit Ausschluß anderer Körper behauptet, oder was eins ist, undurchdringlich ist.

§. 17. Das Eindringen flüßiger Körper in andere ist nur scheinbar; denn sie dringen nicht in die Theile anderer Körper ein, sondern wegen ihrer außerordentlichen Feinheit zwischen dieselben, d. i. in ihre Zwischenräume. So z. B. dringt das Wasser nicht in die Aschentheile, sondern nur in die Zwischenräume der Asche ein; ebenso drückt der Mensch im Laufe oder auch beim Gehen, der Vogel im Fluge, der Stein im Wurfe, die Luft auf die Seite; so wie wir auch andere Körper, die uns im Wege liegen, auf die Seite räumen. — Wenn große Kugeln durch die Luft geschossen werden, so hört man ein Pfeifen. Dieses rührt daher, weil die Luft, wegen ihrer Undurchdringlichkeit, den Kugeln ausweicht. Dieses Ausweichen geht wegen der großen Geschwindigkeit der Kugeln ziemlich gewaltsam von statten.

Von der Theilbarkeit.

§. 18. Unter die allgemeinen Eigenschaften der Körper gehört ferner die Theilbarkeit. Hier ist nicht

von der chemischen, sondern von der physischen oder mechanischen Theilung die Rede. Die physische Theilung besteht in der Zerlegung des Körpers in kleinere Theile.

Man unterscheidet eine mathematische und physische Theilung. Die erstere geht ins Unendliche, d. i. auch der kleinste Theil kann immer noch in kleinere Theile getheilt gedacht werden; die letztere findet aber ihre Gränzen. Man findet aber doch Beispiele von sehr weit gehender physischer Theilung durch die Kunst in Menge. So können die Goldschläger und Goldzieher einen Gran Gold in 346'000,000 sichtbare Theile theilen, und mit 4 bis 6 Unzen Goldblech einen Silberfaden von 28 bis 30 Meilen der Länge nach überziehen. Die Goldzieher belegen einen silbernen Zylinder von 22 Zoll Länge und 1½ Zoll Dicke mit etwa 4 Dukaten, und ziehen durch immer kleinere Zugeisen daraus einen Draht, der über 100 Meilen lang, und doch dick genug ist, um in 4 Theile gespalten zu werden, und jedes noch so kleine Theilchen, ist dabei mit Gold bedeckt. — Mit einem einzigen Dukaten Gold kann man den größten Reiter sammt seinem Pferde vergolden. — Eine Unze Lavendelgeist, die in einer Dampfkugel durch eine untergesetzte Lampe in Dünste aufgelößt worden ist, erfüllt ein großes Zimmer mit riechenden Theilen (Versuch Fig. 12.) — Ein Gran Karmin gibt einer Viertelmaß Wasser eine schöne rothe Farbe, und diese färbt 7 Maß Wasser noch merklich. — Ein Gran Moschus verbreitet in einem lüftigen Zimmer oft mehrere Jahre hindurch einen starken Geruch. Papiere, die daneben gelegen sind, kann man durch ganz Europa verschicken, und sie behalten noch immer den Moschusgeruch bei, verlieren noch immer Theilchen, die unsere Geruchswerkzeuge affiziren. Der Faden einer Spinne ist (nach Reau-

mur) aus 60000 einzelnen Fäden zusammengesetzt. — Denkt man ferner an die außerordentliche Feinheit der Lichtmaterie des Wärmestoffes, der elektrischen und magnetischen Materie; so wird unser Begriff von außerordentlich feinen Theilungen auf die höchste Höhe gelangen. — Aehnliche Betrachtungen über die außerordentliche Feinheit der Natur lassen sich besonders bei lebenden Geschöpfen anstellen. Man erhält z. B. Infusions-Thierchen, wenn man auf mancherlei organische Stoffe Wasser gießt und es noch einige Zeit darüber stehen läßt. In einem Aufguße auf Tabak oder Thee, welcher einige Tage stand, entdeckte Leuwenhoek Thierchen, die man auf tausend millionmal kleiner schätzt, als ein Sandkorn, und diese Thiere haben doch noch Organe. Leuwenhoek hat mit Hülfe eines Mikroskops in der sogenannten Milch eines Stockfisches mehr Thierchen entdeckt, als Menschen auf der Erde sind. Er hat ferner berechnet, daß 1000 Millionen Thierchen, die er in dem gewöhnlichen Wasser wahrgenommen, zusammen nicht so viel Raum einnehmen, als ein Sandkörnchen; 1000 von diesen Thierchen können auf der Spitze einer sehr feinen Nadel sich halten. So wird Niemand ohne Erstaunen und Bewunderung einen Tropfen verdorbenen Essigs, an eine Nadelspitze gehängt, und vor das Mikroskop gebracht, beobachten können, wenn er in diesem vergrößerten Tropfen zahllose kleine Schlangen und Aale wie feine Fäden erkennt, die sich bald langsam, bald geschwind hin- und herbewegen. Die Welt geht daher sowohl im Großen, wie im Kleinen ins Unendliche, und so wenig man die Weite des Himmels messen kann, so wenig kann man die Zahl der Dinge bestimmen, die in dem Raum eines Sandkorns befindlich sind. Mit Recht sagt daher die Schrift: „Der Herr ist

unaussprechlich groß, und seine Macht ist wunderbar."

Bei dieser Gelegenheit will ich kürzlich und nur anmerkungsweise einiges von jenen Ansichten melden, welche den meisten Physikern unserer Zeiten über das Wesen der Naturkörper eigen sind. Es gibt nämlich zwei Hauptansichten darüber: Die der Atomisten, und der Dynamiker. Die atomistische Ansicht, die noch von den Philosophen des alten Griechenlands abstammt, nimmt an, daß durch den ganzen Weltraum einfache, materiele Theilchen, die nicht weiter theilbar und einfacher gedacht werden können, zerstreut seyen, und nennt ein solches Theilchen ein Atom, ein Molekül, oder Klümpchen. Wie und wodurch diese Atome Bildung und Daseyn erhalten, darauf läßt sich diese Ansicht gar nicht ein, sondern betrachtet jeden in die Sinne fallenden Naturkörper als eine Verbindung solcher Atome, die sich nach Verschiedenheit der Materie mehr oder minder in dem Umfange, den der Körper einnimmt, angehäuft haben, z. B. im Holze weniger als in einem Metalle von gleicher Größe. Daß die Atome zusammentreten und sich untereinander verbinden, geschehe durch eine wechselseitige Anziehung, und daß sie sich nicht alle auf einen Punkt zusammendrängen, werde durch eine abstossende Kraft bewirkt. Die dynamische Ansicht, die den berühmten Philosophen Kant zum Stifter hat, betrachtet die Bildung der Materie, als eine Wirkung zweier Kräfte, die in der Natur unaufhörlich thätig sind, das Bestreben haben, sich miteinander zu vereinigen, und indem sie diesem Bestreben Folge leisten, der Materie das Daseyn geben. Die eine dieser Kräfte, Dehnkraft, Expansivkraft, Repulsivkraft, abstossende Kraft

geht darauf aus, sich immer weiter zu verbreiten, und würde, wirkte sie allein, im Raume alles auseinander treiben, wodurch dieser leer bleiben müßte. Allein die andere, die eine Ziehkraft, eine Attraktivkraft ist, wirkt ihr in jeder Richtung so entgegen, daß sie für sich allein wirkend, alles auf einen Punkt zusammentreiben würde. Ueberall nun, wo diese beiden Kräfte in Vereinigung kommen, erfüllen sie den Raum mit Materie, und von der verhältnißmäßigen Größe beider Kräfte, hängt die Menge der Materie in irgend einem begränzten Raum ab. Elektrische, magnetische und alle Erscheinungen, die bisher keiner Messung und Abwägung zugänglich waren, scheinen die dynamische Ansicht herbeigeführt zu haben, und ihr das Wort zu reden. — Mehr hierüber in der Vorlesung.

II. Kapitel.

Von dem Zusammenhange.

§. 19. Wenn irgend ein Körper durch mechanische Mittel zertheilt werden soll, so muß eine gewisse äußere Kraft auf den Körper einwirken, um den Zusammenhang desselben aufzuheben. Die Kraft in dem Körper, die dem Andrange von außen widersteht, vermöge welcher der Körper eine Cohäsion oder einen Zusammenhang hat, wird die Cohäsionskraft genannt.

§. 20. Die Erfahrung lehrt aber, daß der Zusammenhang der Theile in allen Körpern nicht gleichstark ist, sondern nach verschiedener Art, nach verschiedenen Umständen, in welche der Körper versetzt wird, ebenfalls bald stärker oder schwächer gefunden werde. Die Stärke oder Schwäche des Zusammenhanges wird nach der Größe der Gewalt, die man anwenden muß, die Körpertheile zu trennen, geschätzt. Man pflegt daher jenen Körper fest (solid) zu nennen, dessen Theile, um voneinander getrennt zu werden, eine beträchtliche äußere Gewalt

erfordert, und in dem kein Theil, so lange er mit den übrigen in Verbindung ist, bewegt werden kann, ohne zugleich auch die übrigen Theile damit zu bewegen; z. B. Metalle, Steine, Hölzer, Thon, Wachs u. s. w., ehe ihr Zusammenhang durch den Wärmestoff oder einer andern Materie beträchtlich geschwächt wird. Ist hingegen der Zusammenhang eines Körpers so schwach, daß zur Trennung seiner Theile keine beträchtliche Kraft erfordert wird, zugleich auch vor der Trennung ein Theil bewegt werden kann, ohne den ganzen Körper zu bewegen, dessen Theile aber doch noch unter dem besten Mikroskope ein wirkliches Ganzes, eine stetige Größe ausmachen, so nennt man diesen Körper flüssig, z. B. Feuer, Luft, Wasser; zum Fließen gebrachte Metalle u. s. w. daher kommt der Unterschied eines flüssigen Körpers von einem Pulver, Staube, Sande oder Getreidhaufen u. dgl. Wenn aber in der Natur keine Kraft hinreichend wäre, die Theile eines Körpers zu trennen, oder seine Figur abzuändern, so würde dieß ein vollkommen fester Körper seyn, dergleichen man aber in der Körperwelt nicht findet; denn der Diamant als der festeste Körper läßt sich durch sein eigenes Pulver schleifen und im konzentrirten Sonnenfeuer schmelzen. Man sieht hieraus, daß Festigkeit und Flüssigkeit nur Modifikationen des Zusammenhanges sind, und es lassen sich zwischen beiden keine bestimmten Gränzen angeben. Beide Begriffe sind also relativ, und es geht die Festigkeit zur Flüssigkeit, wie diese zu jener, durch unmerkliche Grade über.

§. 21. Daß alle festen Körper der Trennung ihrer Theile beträchtlich widerstehen, und also mit einer gewissen Kraft zusammenhängen, lehrt schon unmittelbare Erfahrung, und bedarf auch keines Beweises. Da aber

der Widerstand bei flüssigen Körpern oft sehr gering und öfters gar nicht merkbar scheint, so wird es nicht überflüssig seyn, durch Versuche zu beweisen, daß auch die Theile aller flüssigen Körper mit einer gewissen Kraft, die nach Verschiedenheit des Flüssigen, bald mehr bald minder wirket, zusammenhängen. — Wenn man mit einer Messerschneide durch eine Feuerflamme durchfährt, so wird die Flamme nicht abgeschnitten, sondern sie beugt sich eher unter dem Messer, ehe sich ihre Theile trennen lassen. Stossen aber die Lichtstrahlen auf eine Messerschneide auf, so werden sie etwas von ihrer Richtung abgeleitet, ohne daß die Lichttheilchen aufhören ein zusammenhängendes Ganzes, eine stetige Größe auszumachen. — Ein Pendel schwingt in einem luftleeren Raume nochmal so lange, als ein anderes von gleicher Größe in der freien Luft. (Versuch Fig. 13.) — Körper von verschiedenem Gewichte, als ein Dukaten und eine Feder, fallen in luftleeren Räumen mit gleicher Geschwindigkeit zur Erde. (Versuch Fig. 14.) — Eine messingene Dampfkugel mit einer kleinen Oeffnung auf der Seite, wo das darinnen befindliche Wasser in Dämpfe aufgelöst worden ist, dreht sich mit großer Schnelligkeit immer rückwärts auf der Spitze herum. (Versuch Fig. 15.) — Läßt man zwei gleich lange Pendel unter gleichen Winkeln schwingen, so wird dasjenige, welches im Wasser schwingt, bald zur Ruhe kommen, während das andere in der freien Luft noch lange Zeit fortschwingen wird. (Versuch Fig. 16.)

§. 22. Die Stärke des Zusammenhanges ist mit der Menge der Berührungstheile im Verhältnisse. Dieß beweisen folgende unläugbare Beobachtungen und Versuche:

Die Tücher und wollene Zeuge werden durch das

Walken, wodurch die Menge der Berührungstheile vermehrt wird, nochmal so stark, als sie vorher waren. Die Fäden und Stricke sind um so viel stärker, je aus feineren Fäden sie zusammengesetzt sind.

Die Metalle werden stärker, wenn man sie schlägt oder schmiedet, wenn man sie durch Walzen ausdehnt ꝛc., dadurch kommen natürlich ihre Theilchen näher zusammen. Silber kann durch das Schlagen fast noch einmal so stark werden, Blei durch das Walzen oder Plätten beinahe viermal stärker; Messing aber dadurch dreimal stärker. Durch zuvieles Schlagen und Drücken verliert sich ihre Stärke wieder, die Theilchen werden dadurch zu gespannt, das macht dann die Körper hart, spröde und gebrechlich.

In einer Sandschichte berühren sich die Sandkörner nur an wenigen Punkten, und würden so vielleicht Jahrhunderte lang unverändert Sand bleiben. Da sich aber Wasser durch eine Sandschichte durchseihet, welches kleine Sandkörner oder andere Körpertheile zwischen diese, und noch kleinere zwischen jene führt, so wird dadurch die Menge der Berührungspunkte mit Verlaufe der Zeit immer vergrößert, und der Zusammenhang zuletzt so stark, daß die ganze Masse zu Steinen umgeschaffen wird. — Auf eine ähnliche Art bereiten wir auch bekanntlich unser Mauerwerk.

Zwei sehr glatte und gut aufeinder passende bleierne, zwei polirte marmorne Halbkugeln (Versuch Fig. 17), zwei messingene Scheiben (Versuch Fig. 18), und zwei gläserne Platten (Versuch Fig. 19) hängen durch bloßes Aufeinanderdrücken mit ihren glatten Flächen

schon zusammen, und zwar um desto mehr, wenn die bleiernen, marmornen und messingenen Platten erwärmt, und dann ihre Flächen mit Fette bestrichen, die Gläser aber naß gemacht werden. Hieraus erklärt man sich leicht das Zusammenleimen, Kitten, Löthen, Zusammenschweißen und tausend andere ähnliche Verfahrungsarten.

§. 23. Die Stärke des Zusammenhanges eines Körpers ist mit seiner Dichtigkeit in keinem genauen Verhältnisse. Dieß beweisen nachfolgende Beobachtungen und Versuche. Man findet z. B. in Gold und Blei eine größere Dichtigkeit als im Diamant und andern Edelsteinen, und doch ist der Zusammenhang im Golde und Blei schwächer, als im Diamant und andern Edelsteinen. — Der berühmte Naturforscher Muschenbröck aus Leyden (wie auch andere Naturforscher), verfertigte aus allen Gattungen Metalle gleich dicke und gleich lange Dräthe von $\frac{1}{10}$ Durchmesser eines rheinländischen Zolles, und untersuchte, wie viel Gewicht erfordert würde, diese mittelst einer eigenen Wage nach ihrer Länge zu zerreißen. In Rücksicht ihrer Dichtigkeit untereinander nahm er das Regenwasser als die Einheit an, und das Resultat dieser Versuche war:

Zusammenhang:		Dichtigkeit:
der Drath vom reinsten Golde brach nach angebrachtem Gewichte von	500 ℔	des Wassers zu jener des reinsten Goldes ist wie 1 zu 19,640
vom Silber	370 —	= 11,552
= Blei	29,25 —	= 11,352
= deutschen Eisen	450 —	= 7,806
= reinsten Zinn	49,25 —	= 7,291

Aehnliche Versuche machte Muschenbröck mit vier-

eckichten 0,27 rheinländischen Zoll breiten Stäbchen von verschiedenem Holze, und erfuhr den

Zusammenhang:		Dichtigkeit:
ein Stäbchen vom Tannenholze brach nach angehängtem Gewichte		des Wassers zu jener des Tannenholzes
mit	600 ℔	wie 1 : 0,550
von Eichen	1150 —	0,852
" Ulmen	950 —	0,600
" Buchen	1250 —	0,852
" Eschen	1250 —	0,734

Diese Versuche beweisen deutlich, daß der Zusammenhang der Körper nicht immer genau im Verhältnisse mit der Dichtigkeit sey. Denn der Zusammenhang des Bleidrathes wird schon durch das Gewicht von 29 Pfund gehoben, jenes des Eisendrathes hingegen erst durch 450 Pfund, mithin ist der Zusammenhang im Eisen stärker als im Blei, obwohl die Dichtigkeit des Bleies größer als jene des Eisens gefunden wird. Hier muß noch bemerkt werden, daß diese Versuche kein genaues Resultat geben können, weil diese Körper vor ihrem wirklichen Bruche wegen der starken Dehnung nach ihrer Länge unter einem kleinern Durchmesser, als angegeben wurde, brechen. — Hängt man zwei gleich lange Scheiben, eine von Eisen, die andere von Zinn, eine nach der andern an einen Wagebalken, gleich einer Wageschüssel auf (Versuch Fig. 20), und bringt diese mit der andern Schale ins Gleichgewicht, setzt sie auf die Oberfläche des Queckſilbers; so wird die Zinnscheibe härter zu heben seyn, als die Eisenscheibe, obwohl das Eisen ein dichterer Körper als das Zinn ist. — Ebenso wird auch eine Glasscheibe vom Wasser härter zu heben seyn, als vom Queckſilber und Weingeist, obwohl das Queckſilber ein dichterer Körper als das Wasser und der

Weingeist ist. (Hier wirken noch andere Kräfte mit, wovon sogleich die Rede seyn wird.)

Von der Adhäsion.

§. 24. Wenn zwei verschiedenartige Körper bei ihrer Berührung sich miteinander verbinden, oder in sehr kleiner Entfernung sich so einander zu nähern suchen, anziehen, daß sie sich ohne äußere Kraft nicht mehr trennen lassen, so sagt man, ein Körper hänge sich an den andern an. Hauptsächlich wird diese Redensart gebraucht, wenn von den zwei Körpern der eine flüssig, der andere fest ist: und man sagt alsdann, daß sich der flüssige an den festen anhänge, und so der feste naß oder benetzt werde.

Dieses Anziehen flüssiger Körpertheile an einen festen unterscheidet man von dem Zusammenhängen der Theilchen unter sich selbst durch den Namen Adhäsion. Das anhängende Flüssige geht nicht herab, bis es durch eine äußere Kraft, durch Abwischen oder Wärme u. s. f. weggenommen wird, das man Abtrocknen heißt. Senkt man z. B. einen festen Körper, Holz, Metall u. dgl. ins Wasser, so wird derselbe naß herausgezogen. Wie leicht und wie stark sich Wasser an Stricke anhängt, gibt die Veraische Seilenmaschine (Fig. 21) ein interessantes Beispiel, worüber in der Vorlesung Versuche gemacht werden.

§. 25. Nicht alle flüssige Materien hängen sich an alle festen Körper an, d. h. nicht alle flüssigen Körper benetzen jeden festen Körper.

Zur Bestätigung dienen folgende Versuche:

Man senke eine Glasröhre, ein Stück Me-

kalk, einen Stein, ein Stück Holz u. s. w. ins Wasser, so werden diese Körper naß herausgezogen.

Man lasse einen Tropfen Wasser auf diese Körper fallen, so wird derselbe darauf zerfließen. Senkt man aber einen festen Körper, dessen Oberfläche mit Fette, oder Hexenmehl oder mit anderm Staube überzogen ist, ins Wasser, so wird derselbe nicht naß.

Läßt man ferner einen Wassertropfen auf diese letztern Körper fallen, so wird dieser in seiner runden Gestalt darüber hinrollen.

§. 26. Man sieht hieraus, daß das Wasser sich an alle festen Körper anhängt, d. h. es benetzt alle festen Körper, nur jene nicht, die mit Oehl, Fette bestrichen, oder mit Hexenmehl oder Staub bestreut sind. Hieraus erklärt man leicht, warum man im gemeinen Leben Schlösser, Gewehre, Beschläge mit Fette gegen Rost zu verwahren sucht, warum von der verarbeiteten Wolle, z. B. bei Tüchern, die Fette durch Walkererde abgesondert wird, um dieselben besser färben zu können. Senket man Blei, Zinn, Gold, Silber ins Queckſilber, so werden diese Körper davon benetzt. — Läßt man einen Queckſilbertropfen auf diese Körper fallen, so wird dieser darauf zerfließen. — Taucht man aber dagegen einen Finger, eine Glasröhre, ein Stück Eisen, Holz, Steine u. s. f. ins Queckſilber, so werden diese Körper nicht naß.

§. 27. Die Versuche der Adhäsion führen uns nun leicht auf folgendes Naturgesetz: Wenn die Theilchen einer flüssigen Masse nicht von fremden Kräften gestört werden, so ruhen sie nicht eher, als bis die ganze Masse durch das unaufhörliche Spiel der Cohäsionskräfte kugel-

rund geworden ist. Werden die Theilchen einer flüssigen Masse von einem andern Körper, den sie berühren, stärker gezogen, als sie einander selbst anziehen, so kann die Masse nicht rund bleiben. Deßwegen zerfließt ein Wassertropfen auf einem Brete, und ebenso zerfließt auch ein Queckſilbertropfen auf Zinn oder Blei. Auf einem bestaubten Brete rollt der Wassertropfen kugelrund dahin, weil die Theilchen des Wassers nur ihren eigenen Anziehungskräften folgen, und keine fremden Kräfte sie an eine andere Stelle hinziehen können. Eben dieſe Beſchaffenheit hat es mit dem Queckſilbertropfen auf einem Brete. Nur ein großer Wassertropfen auf dem bestaubten Brete, und ein großer Queckſilbertropfen auf Glas, Holz u. ſ. w. werden etwas plattrund wegen der Schwere der Theilchen selbst, welche die unter ihnen befindlichen Theilchen immer etwas zusammen oder auseinanderdrücken.

§. 28. Ein in der Luft freischwebender Wassertropfen würde stets kugelrund erscheinen, aber ein durch die Luft herabfallender Wassertropfen verändert seine natürliche Gestalt wegen des Widerstandes der Luft auch immer etwas. Bringt man einen Queckſilbertropfen auf ein Bret, auf eine Glastafel u. dgl., und kehrt dieſe um, so wird der Queckſilbertropfen herabfallen. Ein Wassertropfen würde dieß unter gleichen Umständen nicht thun, ausgenommen, wenn sein Gewicht zu groß ist, alsdann wird wenigstens ein Theil von ihm herabfallen.

§. 29. Wenn man ein Trinkglas nicht ganz voll Wasser (oder Bier, Wein u. dgl.) gießt, und wenn man dann die Oberfläche der Flüſſigkeit betrachtet, so sieht man deutlich, daß dieſelbe nicht ganz eben, vielmehr hohl (concav) (wie Fig. 22) ist. Die Wassertheilchen

(Biertheilchen) ziehen sich an der Wand des Glases etwas hinauf. Gießt man aber Queckſilber in das Glas, ſo wird die Oberfläche desſelben erhaben (convex). (Fig. 23.)

§. 30. Gießt man ein Trinkglas ganz voll Waſſer (Verſuch Fig. 24), ſo kann man noch immer eine gewiſſe Quantität zugießen, ohne daß das Waſſer überläuft, und die Oberfläche des Waſſers bekommt dann eine erhabene Geſtalt. Ehe das Glas voll wird, zieht ſich ein gewiſſer Theil an der Wand hinauf, folglich muß die Oberfläche des Waſſers hohl erſcheinen. Iſt nun das Glas voll, mithin keine Glaswand mehr über dem Waſſer, ſo kann auch kein Waſſer mehr am Rande in die Höhe ſteigen, es fällt alſo die Urſache weg, welche die Waſſertheilchen am Rande in die Höhe trieb.

§. 31. Man ſieht hieraus, daß es bei der Bildung der Oberfläche einer Flüſſigkeit vorzüglich auf die Wand ankömmt, welche der flüſſige Körper über ſich hat. Streicht man inwendig ringsherum an der Wand des Glaſes einen Ring von Fett oder Hexenmehl, und gießt man ſo viel Waſſer in das Glas, daß es bis an jenen Ring ſteigt, ſo werden keine Waſſertheile in dem Glaſe in die Höhe ſteigen; das Waſſer bekommt eine eben ſolche erhabene, am Rande vertiefte Oberfläche, als das Queckſilber im Glaſe oder im Holze hat.

Von der Capillarattraktion.

§. 32. Wenn ſich die Adhäſion, das Anhängen vor der Berührung, (wie hier) in der Ferne ſchon zeigt, ſo nennt man ſie Attraktion, und verſteht hierunter das Phänomen der Körperwelt, wo ſich

Körper einander nähern, oder sich zu nähern bestreben, ohne daß man eine äußere, in die Sinne fallende Ursache, einen Druck, Stoß u. dgl., dabei gewahr wird. Dieß sieht man sehr deutlich an zwei Wassertropfen (Versuch Fig. 25), die man recht nahe aneinander bringt, daß sie sich schon in einer sehr kleinen Entfernung anziehen, ohne daß man eine Ursache davon bemerkt.

§. 33. Als Beispiele der Attraktion dienen uns das Eindringen des Wassers im Schwamme, Zucker, Sandschichten, Löschpapier, das Einsaugen des Wassers in Pflanzen, das Aufsteigen der öhlichten Theile im Lichtdochte und endlich folgende Versuche. Beim Ausgießen des Wassers oder einer andern Flüssigkeit aus einem Trinkglase läuft die Flüssigkeit von außen an der Wand des Glases herab, sobald man das Glas nicht genug neiget. (Versuch Fig. 26.) — Wenn man eine Glasröhre (Versuch Fig. 27), welche oben und unten offen ist, ins Wasser taucht, so wird sowohl das innere, als äußere Wasser von der Wand des Glases in die Höhe gezogen. Die Oberfläche des innern Wassers ist folglich in der Mitte vertieft, und um die Vertiefungen gehen die durch die Attraktion entstandenen Erhöhungen des Wassers. In einem Haarröhrchen (Versuch Fig. 28) kommen jene Erhöhungen des innern Wassers von allen Seiten ganz nahe zusammen, sie fließen ineinander, und lassen folglich keine Vertiefung zwischen sich. Aber in dem Augenblicke, wo sie zusammenfließen, bildet die Attraktion des Glases neue Erhabenheiten; diese fließen bei ihrer Entstehung ineinander, und so steigt das Wasser in dem Röhrchen immer höher und höher, bis sein Gewicht der Ziehkraft, der noch über ihm

stehenden Glaswände, das Gleichgewicht hält. Zwischen zwei Glasplatten (Versuch Fig. 29), die einen sehr spitzigen Winkel machen, steigt das Wasser in die Höhe und bildet eine krumme Linie. — Das Eindringen des Wassers im Schwamme und Löschpapier, das Einsaugen der Nahrungssäfte in Pflanzen wird der Attraktion zugeschrieben; denn die flüssigen Theile äußern merklich ein Bestreben, sich an die festen anzuhängen, und sich denselben zu nähern, als wenn sie von den festen Theilen angezogen würden. — Man nehme zwei Gläser von verschiedener Größe, und stelle sie nebeneinander, das höherstehende fülle man mit Wasser, und lege dann einen schmalen Streifen Löschpapier so über die Ränder von beiden, daß das längere Ende des Streifens in das leere Glas, das kürzere aber in das volle hänge; so wird das Wasser durch das Löschpapier so lange in das leere Glas gezogen, bis es beiden das Gleichgewicht hält. (Versuch Fig. 30.) — Sellt man ein Haarröhrchen ins Queckſilber, so wird kein Queckſilber in das Haarröhrchen hineinfließen. Das Queckſilber steigt ebenso, wie das Wasser, zwischen zwei Zinnplatten unter einem sehr spitzigen Winkel in die Höhe, und bildet ebenfalls eine krumme Linie. Wenn man ein Haarröhrchen ins Wasser, und dann in Alkohol oder in möglichst entwässerten Weingeist stellt, so sieht man, daß die leichtere Flüssigkeit, der Weingeist, in dem Harröhrchen nicht so hoch steigt, als das schwere Wasser. — Legt man in ein Gefäß mit Wasser ein Paar hohle Glaskügelchen (Versuch Fig. 31), so ziehen sich diese, wenn sie einander nahe genug kommen, begierig an, woran die um die Glaskügelchen sich bildenden Wasserhügelchen Schuld sind. Ein Paar schwimmende Wachskügelchen (Versuch Fig. 32) fahren in einer gewissen Distanz zwar auch gegeneinander, aber

daran sind die um die Kugeln entstandenen Vertiefungen Schuld, die dann gegeneinander rollen.

Ein Wachskügelchen und ein hohles Glaskügelchen stossen sich ab, weil das Wasser sich nicht gerne an das Wachs anhängt. Legt man ein Paar dünne Nähnadeln mittelst einer gekrümmten Haarnadel sanft auf Wasser, so werden sie, sobald sich die Spitzen der Nadeln berühren, mit ihrer ganzen Länge aneinander liegen.

§. 34. Da die Trennung der Theile auch in festen Körpern bald leichter, bald mühsamer geschieht, so benennt man die Körper wieder mit besondern Ausdrücken: harte, weiche, spröde, dehnbare, zähe, streckbare.

Harte Körper heißen die, deren Figur weder durch Zusammendrücken, noch durch Ziehen ohne Trennung der Theile sich nicht leicht trennen lassen, z. B. Hölzer, Steine u. dgl. Weiche hingegen sind solche, die jede Gestalt ohne viele Beschwerden durch Drücken oder Ziehen mittelst äußerer Kräfte leicht annehmen, und dieselbe auch so lange behalten, bis ihr eine andere gegeben wird, z. B. nasser Thon, Butter, nicht kaltes Wachs u. s. w.

Spröde Körper nennt man jene harten Körper, die ihren Zusammenhang bei Anwendung einer drückenden oder ziehenden äußeren Kraft schnell verlieren, z B. Glas, Thongeschirre, und im höchsten Grade die Springgläser und Springkolben.

Zähe, dehnbare, streckbare sind solche, deren Theile sich durch eine äußere Kraft voneinander entfernen lassen, ohne deßwegen ihren Zusammenhang im ganzen zu verlieren. Beispiele von sehr großer Dehn-

barkeit geben die ganzen Metalle, besonders Gold, das erweichte Glas, die Materie, aus welcher die Spinnen ihre Fäden ziehen, der Vogelleim u. s. w. Da uns die Natur weder vollkommen harte, weder vollkommen weiche, noch vollkommen zähe Körper liefert, so sind alle diese Begriffe von Härte, Weiche, Sprödigkeit und Dehnbarkeit bloß relative Begriffe.

Anmerkung. Ohne Cohäsion oder Zusammenhang der Körpertheile würde die ganze Körperwelt ein lauteres Chaos seyn, wir hätten keinen bestimmten Körper, kein Ganzes u. s. w.

Von der Elastizität.

§. 35. Biegsame Körper, welche wieder, so bald der äußere Druck aufhört, ihre vorige Gestalt annehmen, heißen elastische Körper; z. B. Fischbein, junges Holz, die Luft. Die Eigenschaft dieser Körper heißt Elastizität, Schnellkraft, Federkraft (weil sie den Federn der Vögel besonders eigen ist), Springkraft, Spannkraft und Kontraktilität.

§. 36. Körper, die ihre durch Druck veränderte Gestalt beibehalten, wie Wachs, Thon u. s. w., nennt man zähe oder duktile Körper. Die Zähigkeit ist folglich der Elastizität entgegengesetzt. Eigentlich sind alle Körper elastisch, einige, wie z. B. Wachs und Thon, für unsere Sinne und unsere Experimente freilich in einem sehr geringen Grade, daß man die Elastizität nicht bemerken und bewirken kann. Manche Körper zeigen die Elastizität in einem sehr hohen Grade, und zwar diejenigen in dem höchsten, welche sich durch eine und dieselbe Gewalt am meisten zusammendrücken lassen, und

deren Theile bei Entfernung einer äußern Gewalt am geschwindesten und besten in ihre vorige Lage zurückspringen.

§. 37. Einen hohen Grad von Elastizität besitzt das Federharz. Stricke und Seile sind ebenfalls sehr elastisch. Man sieht dieß an der Armbrust (Versuch Fig. 33), wo die in einen Bogen gespannte Sehne, wenn man sie vorwärts gezogen hat, und die Kraft davon entfernt, schnell wieder in ihrer vorige Lage zurückspringt, und den dabei vor ihr liegenden Körper gewaltsam fortschießt. Weit wirksamer waren die Schießgewehre der Alten, die Katapulten (Versuch Fig. 34) und Ballisten (Versuch Fig. 35). Erstere dienten eigentlich nur zum Schießen, wie unsere Kanonen, und letztere zum Werfen, wie unsere Mörser.

§. 38. Auch beim Seiltanzen, beim Festknebeln der Koffern und anderer Lasten, beim Spannen der Säge und bei andern Gelegenheiten sieht man Anwendungen von dieser merkwürdigen Eigenschaft der Stricke. Der Seiltänzer wird, wenn er auf das Seil springt, immer durch die Elastizität desselben zurückgeworfen. Das Spannen der Säge und das Festknebeln der Lasten wird bloß dadurch bewirkt, daß der zusammengedrehte Strick sich vermöge seiner Elastizität wieder auszubreiten sucht.

§. 39. Alle Metalle und Metallkompositionen besitzen viele Elastizität. Unter diesen besitzt der gehärtete Stahl die meiste Elastizität, eine Degenklinge springt, wenn man sie gebogen hat, von selbst wieder gerade. Eine Uhrfeder läßt sich ganz gerade ziehen, hört man damit auf, so nimmt sie augenblicklich wieder ihre schneckenförmige Gestalt an. Windet man sie in einen

ganz engen Raum zusammen, so dehnt sie sich auch wieder von selbst in ihren vorigen Raum aus. Setzt man ihrer ausdehnenden Kraft ein Räderwerk entgegen, so treibt sie dieses herum, und darauf gründet sich eben die Anwendung der Feder als bewegende Kraft bei Taschenuhren. Bei Thüren und Flintenschlössern, und bei unterschiedlichen andern Gelegenheiten sind Stahlfedern angebracht, die sich sammt den mit ihnen verbundenen Theilen niederdrücken lassen, die aber bei Endigung der drückenden Kraft sogleich wieder emporschnellen. — Messingene, silberne und andere Metallstreifen werden durch Hämmern federhart. Dünngehämmerte Blei- und Staniolstreifen sind sogar elastisch. Daß das Holz elastisch ist, sieht man vorzüglich an Ruthen, wenn man sie biegt. — Das Rohr hat bekanntlich einen hohen Grad der Elastizität. Daß das Elfenbein elastisch ist, beweiset folgender Versuch: Man lasse eine Marmorplatte (Vers. Fig. 36) über eine Oehllampe schwarz anlaufen, und eine elfenbeinerne Kugel leise auf die schwarze Fläche auffallen, so bekommt sie ein kleines schwarzes Pünktchen. Läßt man sie aber etwa sechs Fuß hoch auf die Platte herabfallen, so bekommt sie einen kreisrunden Flecken.

§. 40. Daß das Glas in einem hohen Grade elastisch ist, sieht man an einer Glasfeder, die aus lauter ganz feinen, mittelst eines Blaserohrs an einer Lampe gesponnenen Glasfedern zusammengesetzt ist. Man kann sie hin und herbiegen, und die Fäden springen immer, ohne zu brechen, wieder von selbst gerade.

§. 41. Daß die Luft elastisch ist, sieht man an folgenden Versuchen: Man setze ein Trinkglas umgekehrt auf die Oberfläche des Wassers, und drücke die-

ses unter das Wasser, so sieht man, daß das Wasser etwas in das Glas hinauftritt, und die darin eingesperrte Luft zusammengedrückt wird.

Ebenso drücke man einen Trichter, dessen obere enge Mündung man zuhält, ins Wasser; bei Oeffnung des Trichters spritzt zugleich Wasser aus der Mündung. — Drückt man in einer kleinen, unten genau verschlossenen Pumpenröhre den mit Leder umwundenen Stempel so hinein, daß darin ein Lufttheilchen eingesperrt bleibt, so wird bei Nachlassung der drückenden Kraft der Stempel durch die Elastizität der eingesperrten Luft wieder zurückgetrieben. (Versuch Fig. 37.)

Hieher gehören auch die Versuche mit dem kartesianischen Teufelchen (Fig. 38), dem Heronsballe (Fig. 39), und dem Heronsbrunnen (Fig. 40); die beiden letzten wurden von dem berühmten griechischen Mechaniker Heron von Alexandrien erfunden.

§. 42. Auf eben die Art wird auch die Wirkung unserer jetzigen Feuerspritzen (Wasserspritzen) ganz von der Elastizität einer zusammengepreßten Luft abgeleitet, worüber ein Modell vorgezeigt, und die Einrichtung mündlich erklärt wird. (Versuch Fig. 41.) Daß Wasserdämpfe ungemein elastisch sind, sieht man an den Knallkügelchen (Versuch Fig. 42), an dem papinischen Topfe und an einer eisernen Röhre (Schlüsselrohr), worin nur wenige Tropfen Wasser, und an dem andern Ende aber ein Papierpfropfen von gekautem Papier festsitzt. Wird nun das Wasser zum Sieden gebracht, so wird der Papierpfropfen durch die Dämpfe mit Gewalt herausgetrieben. Man hat auch gegenwärtig Vorrichtungen, die Speisen nicht durch Wasser, sondern durch aufsteigende Dämpfe aus darunter befindlichen, zum Theile mit Wasser gefüllten Gefässen gar zu kochen.

§. 43. Einen noch weit höhern Begriff von dem gewaltigen Grade der Elastizität der Wasserdämpfe bekommt man durch Dampfmaschinen, durch Erdbeben und Vulkane. Eine einzige Dampfmaschine hat oft die Gewalt von hundert und mehr Pferden. Durch ihre Bewegung werden Pumpen, Mühlen, Spinnmaschinen, Hammerwerke und viele andere Maschinen, sogar Schiffe gegen den Strom in Bewegung gesetzt.

Von den fürchterlichsten Naturerscheinungen der Vulkane und Erdbeben wird später die Rede seyn.

§. 44. Hierher gehören auch die Versuche mit den Glastropfen (Fig. 43) und Bologneser Flaschen. (Fig. 44.) Beide sind plötzlich abgehärtetes Glas, wodurch die Theile gehindert worden sind, die gehörige Stellung anzunehmen; diese springen in Stücke, wenn von den erstern ein Stück abgebrochen, und in die letztern ein ganz kleines Feuersteinchen geworfen wird. Daß auch das Brod elastisch ist, sieht man an einem aus neugebackenem Brode verfertigten spanischen Reiter.

III. Kapitel.

Allgemeine Bewegungslehre.

§. 45. Jeder Körper im Weltraume muß einen Raum, eine Stelle irgendwo in demselben einnehmen. Denkt man sich von einem Körper den ganzen Weltraum in Gedanken weg, so ist der Theil dieses absoluten Raumes, den er einnimmt, der absolute Ort des Körpers; nimmt man aber dabei zugleich Rücksicht auf andere Körper, welche eine bestimmte Lage gegen ihn haben, so nennt man diesen den relativen Ort, oder seine Lage. So oft sich ein Körper bewegt, so oft verändert er seine Lage, in Absicht auf die Gegenstände, die sich nahe oder ferne um ihn herum befinden. Bewegung ist demnach sterige Veränderung des Ortes eines Körpers.

Die Fähigkeit oder die Möglichkeit in dem Körper seinen Ort oder seine Lage zu verändern, heißt Beweglichkeit, und diese ist als eine allgemeine Eigenschaft der Körper zu betrachten. Die Veränderung des absoluten Ortes, ohne Beziehung auf andere Körper, heißt absolute Bewegung; die Veränderung des re-

lativen Ortes, oder der Lage gegen andere Körper, heißt relative Bewegung. — Die Beharrung eines Körpers an einem Orte heißt Ruhe, die wieder nach Verschiedenheit des Ortes absolut und relativ betrachtet werden kann. — Auf unserer Erde haben wir keine absolute Ruhe, weil die ganze Erde mit uns in beständiger Bewegung ist; wohl aber relative Ruhe, mit Hinsicht auf die neben uns liegenden Körper. Die relative Bewegung kann wieder eine wahre oder scheinbare seyn. Eine wahre Bewegung findet statt, wenn ein Körper seine Lage in Beziehung auf andere Theile des ihn umgebenden Raumes wirklich verändert. Das Gegentheil ist eine scheinbare Bewegung, wo man den wirklich ruhenden in der Bewegung, und den wirklich bewegten in der Ruhe zu seyn glaubt. Die relative Bewegung eines Körpers ist wieder in Rücksicht auf die Veränderung der Lage anderer Körper entweder eine eigene oder gemeinschaftliche; bei jener verändert ein einziger Körper gegen alle übrigen seine Lage, bei dieser bewegen sich mehrere miteinander zugleich, ohne gegeneinander ihre Lage zu verändern.

§. 46. Jede Bewegung ist eine Veränderung, die Ursachen der Veränderungen nennt man Kräfte. Zu jeder Entstehung der Bewegung und zu jeder Aenderung derselben wird demnach die Wirkung einer Kraft nöthig seyn.

§. 47. Es ist demnach ein Hauptgesetz für alle Bewegung folgendes sogenannte Beharrungsgesetz: Ein Körper behält seinen bestimmten Zustand der Ruhe und der Bewegung so lange, bis er durch irgend eine Ursache veranlaßt wird, ihn zu ändern. Man sieht, daß dieser Satz nichts anders sagt, als: Jede Veränderung muß als

die Wirkung irgend einer Ursache angesehen werden.

§. 48. Das Gesetz der Gegenwirkung heißt: Die Gegenwirkung ist der Wirkung gleich. Die Wahrheit dieses Satzes wird leicht aus einem Beispiele erhellen. Gesetzt, ein Mensch könne höchstens ein Gefäß mit Wasser von 100 Pfund aus einem Brunnen ziehen. Wenn er nun einen Eimer Wasser von 70 Pfund herauszieht, so verliert er diese 70 Pfund an seiner Kraft, und behält noch 30 Pfund übrig. Diese 70 Pfund Kraft, welche er anwendet, werden ihm also durch die Gegenwirkung des Eimers entzogen.

§. 49. Die Kraft, welche in einem bewegten oder ruhenden Körper eine Aenderung ihres Zustandes hervorbringen will, muß auch desto größer seyn, je größer die Masse der Körper, in welchen eine Aenderung hervorzubringen ist. — Doppelt so viel Masse bewegen heißt auch doppelt so viel Kraft entgegensetzen; denn je größer die Masse ist, desto mehr Theile müssen in Bewegung gebracht, oder in der Bewegung gehindert werden; ist also die Masse doppelt, so muß auch die Kraft doppelt seyn.

§. 50. Bei einer jeden wirklichen Bewegung hat man auf die Kräfte oder Ursachen der Entstehung und Aenderung der Bewegung, auf die Richtung derselben, auf Raum, Zeit und Geschwindigkeit, und auf die Größe der Bewegung Rücksicht zu nehmen.

In Absicht auf die Kräfte, die eine Bewegung erzeugen, ist die Bewegung einfach oder zusammen-

gesetzt. So oft ein Körper bewegt wird, so muß er allezeit nach einer gewissen Gegend fortgehen; jene Linie nach der Gegend, nach welcher der bewegte Mittelpunkt des Körpers fortgeht, heißt die Richtung; ist die Linie gerade, so heißt diese Bewegung geradlinigt, und krummlinigt, wenn sie krumm ist.

Die Länge des durch eine Bewegung zurückgelegten Weges heißt der Raum. Da immer nur Bewegung von Punkten betrachtet wird, so ist dieser Raum stets eine gerade oder krumme Linie, hiedurch wird die Untersuchung der Bewegung geometrisch. Jede Bewegung, auch durch den kleinsten Raum, fordert Zeit. Aus der Vergleichung des Raumes und der Zeit entsteht der Begriff von Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit ist ein bloß relativer Begriff. Je kürzer die Zeit, und je länger der Weg ist, welchen der Körper bei seiner Bewegung zurücklegt, desto größer ist seine Geschwindigkeit.

In Absicht auf die Geschwindigkeit ist die Bewegung gleichförmig oder verändert; die veränderte Bewegung ist entweder beschleunigt oder abnehmend, und ungleichförmig beschleunigt oder abnehmend.

§. 51. Unter bewegender Kraft versteht man die Größe der Bewegung, mit welcher ein Körper auf einen andern aufstößt, und in Bewegung setzt. Hiebei kommt es auf die Masse und die Geschwindigkeit an, mit welcher ein Körper bewegt wird.

Der Eindruck z. B. einer herabfallenden Kugel auf weichen Thon ist (wie der Versuch Fig. 45 zeigt) nochmal so groß, wenn bei gleicher Höhe oder Geschwindigkeit die Masse unter eben dem Rauminhalte nochmal so

groß ist, so wie auch der Eindruck einer solchen Kugel, die von einer doppelten Höhe, oder mit doppelter Geschwindigkeit herabfällt, nochmal so groß ist, als wenn sie von einer einfachen Höhe, oder mit einfacher Geschwindigkeit herabfällt. Erfahrungen hierüber in der Vorlesung.

§. 52. Eine Bewegung heißt gleichförmig, wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleich große Räume zurücklegt. Die Gleichförmigkeit der Bewegung läßt sich zwar sehr leicht als möglich begreifen, aber in der Natur findet man sie fast niemals wegen der vielen unvermeidlichen und überall vorkommenden Hindernisse der Bewegung; es könnte daher eine vollkommen gleichförmige Bewegung nur im leeren Raume, wenn Reibung und Widerstand des Mittels wegfielen, statt finden. Von diesem hat man nun folgende Gesetze zu beobachten:

1) Zwei Körper, die in gleicher Zeit gleichvielen Raum durchlaufen, haben gleiche Geschwindigkeit.

2) Wenn sie in gleicher Zeit verschiedene Räume durchlaufen, so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten, wie die zurückgelegten Räume.

3) Wenn sie in verschiedenen Zeiten gleiche Räume zurücklegen, so verhalten sich ihre Geschwindigkeiten verkehrt, wie die Zeiten. Beispiele in der Vorlesung.

§. 53. Ungleichförmige Bewegung nennt man jene, in der die Geschwindigkeit den ganzen Raum hindurch immerhin zu- oder abnimmt; daher die ungleichförmige Bewegung in die beschleunigte oder ab-

nehmende zerfällt. Sind die Zunahmen oder Abnahmen der Geschwindigkeit während der Bewegung durchgehends von gleicher Größe, so heißt die Bewegung gleichförmig beschleunigt oder ungleichförmig abnehmend.

Von der Schwere.

§. 54. Unter allgemeiner Schwere (Gravitation) versteht man die immerwährende Neigung der Weltkörper, welche sich einander wechselweise nähern. Ihre Existenz wird durch die Bewegung der Himmelskörper außer Zweifel gesetzt.

§. 55. Unter der irdischen Schwere aber versteht man das Bestreben aller Körper, auf die Oberfläche oder den Mittelpunkt der Erde lothrecht zu fallen, oder auf den Untersatz, der das Fallen hindert, zu drücken. Daß die Körper ein Bestreben haben, sich dem Mittelpunkte der Erde zu nähern, ist in Bezug auf den Erfolg ganz richtig; allein sehr unrichtig wäre es, in dem Mittelpunkte der Erde sich eine geheimnißvolle, alle Körper zu sich hinzaubernde Kraft zu denken. Nicht der Mittelpunkt ist es, der irgend eine Wirkung auf die Körper äußert, sondern jedes Theilchen des Erdkörpers übt diese Anziehung aus. Die Gesammtwirkung der ganzen Erde auf einen Körper ist genau so, als ob die Anziehung bloß aus dem Mittelpunkte herauswirkte. Jeder Körper fällt daher in einer Linie, die verlängert durch den Mittelpunkt geht.

§. 56. Bei den irdischen Körpern ist ein genauer Unterschied zwischen Schwere und Gewicht zu ma-

chen. Die Schwere nämlich ist das Bestreben zu fallen; das Gewicht aber die Größe des Druckes, den ein schwerer Körper auf irgend eine Unterlage, die ihn zu fallen hindert, ausübt. Schwere und Gewicht unterscheiden sich demnach wie Ursache und Wirkung.

§. 57. Man unterscheidet bei jedem Körper das absolute Gewicht und das spezifische oder eigenthümliche. Das absolute Gewicht ist die Größe des Druckes eines schweren Körpers an und für sich, ohne Beziehung auf den Raumesinhalt desselben. Das spezifische oder eigenthümliche Gewicht ist die Größe des Druckes eines schweren Körpers in Beziehung auf seinen Raumesinhalt. So wiegt ein Kubikzoll Blei mehr als ein Kubikzoll Korkholz.

§. 58. Bei dem freien Falle der Körper, der eine Wirkung der Schwerkraft der Erde ist, nimmt man verschiedene Naturerscheinungen wahr, woraus die Physiker gewisse Gesetze abstrahirten. Die vorzüglichsten davon sind folgende:

1) Alle irdischen Körper fallen, sich selbst überlassen, lothrecht zur Oberfläche der Erde hin.

Die Alten haben die Allgemeinheit dieses Phänomens nicht genau gekannt, sie sahen Körper in die Höhe steigen, z. B. den Rauch, die Lichtflamme und andere Dünste, und diese Körper haben sie leicht genannt, um sie von andern zu unterscheiden, welche ein Bestreben äußern, sich gegen die Erde zu bewegen. — Allein man weiß jetzt gewiß, daß die Rauchtheilchen und andere Dünste deßwegen in die Höhe steigen, weil sie von der Luft ebenso, wie das Holz im Wasser, in die Höhe gehoben werden.

2) An eben demselben Orte der Erde, und im luftleeren Raume (was schon durch den Versuch (Fig. 14) bestätigt wurde) fallen alle Körper, große und kleine, von kleinerem und größerem Gewichte mit einerlei Geschwindigkeit zur Erde; denn alle Körper sind gleich schwer, ein Zentner ist nicht schwerer, als ein Loth, weil alle mit gleicher Geschwindigkeit zur Erde herabgezogen werden.

Warum aber gemeiniglich alle Körper in der freien Luft nicht mit der nämlichen Geschwindigkeit herabfallen, ist keine Wirkung der Schwere, sondern bloß eine Wirkung des Widerstandes der Luft, und gehört nicht zur Betrachtung des freien Falles an sich, hebt auch die Allgemeinheit des Naturgesetzes nicht auf. An ebendemselben Orte der Erde; dagegen in Gegenden, die von dem Mittelpunkte der Erde mehr entfernt sind, ist auch die Geschwindigkeit des Falles kleiner, als in Gegenden, die eben diesem Mittelpunkte näher liegen (wie in der Folge bei der Pendelbewegung gezeigt werden wird), und woraus man folgert, daß die Schwerkraft desto mehr wirke, je kleiner die Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde ist.

3) Der freie Fall der Körper ist eine gleichförmig beschleunigte Bewegung.

Galiläi (schon als Jüngling) und andere berühmte Naturforscher haben in ihren Versuchen beobachtet, daß jeder fallende Körper alle Augenblicke geschwinder falle, als in dem nächst vorhergehenden, und daß dieser Wachsthum der Geschwindigkeit nach einem unveränderlichen Gesetze geschehe, und zwar, daß ein fallender Körper, wenn er nicht zu weit von der Oberfläche der Erde entfernt ist, in einem solchen Raume, wo seine

Bewegung keinen besondern Widerstand leidet, in der ersten Sekunde 15 Pariser Schuhe; (ein Körper fällt eigentlich in einer Sekunde 15,0957 Pariser Fuß, oder 15,625 Rheinländische, in solchen Gegenden, welche mit Deutschland und Frankreich unter einerlei Breitengrade liegen, wofür man da, wo es auf keine große Genauigkeit ankommt, die runde Zahl 15 Fuß setzen kann,)

in der zweiten	Sekunde	. . . . .	45 Fuß,
= = dritten	=	. . . . .	75 =
= = vierten	=	. . . . .	105 =
= = fünften	=	. . . . .	135 =
= = sechsten	=	. . . . .	165 =
= = siebenten	=	. . . . .	195 =

und so weiter zu durchlaufen pflege. Dieß wird theoretisch durch ein rechtwinklichtes Dreieck anschaulich gemacht. (Fig. 46.) Betrachtet man nun die Zahlen von 15, 45, 75, 105, 135, 165, 195 u. s. w., welche die Anzahl von Pariser Schuhen, oder die Räume, durch welche sich ein fallender Körper in jeder nachfolgenden Sekunde bewegt; so wird man finden, daß die Räume in einzelnen Zeiten, wie die ungeraden Zahlen, 1, 3, 5, 7, 9 u. s. w. wachsen, und frei mit gleichförmiger Bewegung zur Erde fallen. Aus dieser Beschleunigung des Falles der Körper lassen sich verschiedene merkwürdige Erscheinungen und Begebenheiten erklären, die uns sehr befremden würden, wenn uns die Gesetze, nach welchen die Schwere wirkt, unbekannt wären. Mit dem Wachsthume der Fallzeit oder der Anzahl der Momente, und mithin auch mit der Höhe, von der ein Körper herabfällt, wächst auch die Anzahl der Zunahmen der Geschwindigkeit. Nimmt man nun die Räume zusammen, die zu Ende einer jeden Sekunde durchlaufen werden, für die Höhe des Falles, so wird man finden, daß der ganze Raum oder die Höhe nach Ende des Fal-

les wie die Quadrate der Zeiten sich verhalten, nämlich:

1. 2. 3. 4. 5. 6. u. s. w.

1. 4. 9. 16. 25. 36. u. s. w.

Weiß man nun einmahl die Zahl der Sekunden, die ein Körper von einer gewissen Höhe, z. B. von einem Thurme zu fallen braucht, so kann man die Höhe ganz leicht finden; man darf nur die Anzahl der Sekunden quadriren, und dann mit dem Raume in der ersten Sekunde = 15 Schuhe multipliziren. Z. B. ein Stein braucht 4 Sekunden im freien Falle von einem Thurm; mithin $(4)^2 = 16 \times 15 =$ 240 Schuhe, so hoch ist also der Thurm, von welchem der Stein herabfällt.

Will man hingegen aus der gegebenen Höhe die Zeit des Falles finden, so dividire man die Höhe durch 15, und ziehe aus dem Quotienten die Quadratwurzel, die die Anzahl der Sekunden oder die Dauer des Falles gibt. Z. B. die Höhe des Thurmes sey 240 Schuhe, mithin $\frac{240}{15} = 16$, und $\sqrt{16} = 4$ Sekunden. Auf gleiche Weise kann man bestimmen, daß eine Flintenkugel, wenn man sie von einer Höhe von 6000 Fuß herabfallen läßt, um diesen Raum zu durchlaufen, 20 Sekunden brauchen wird.

§. 59. Hieraus ist also die Gewalt eines Steines oder eines andern Körpers desto größer, je mehr die Höhe beträgt, von welcher er herabfällt, und so ist es uns nicht mehr unerklärbar, daß die Schlossen in einigen Gegenden, wo die Gewitter vorzüglich wüthen, zuweilen nicht nur Menschen und Vieh tödten, sondern auch sehr starke Baumäste und die Dächer der Häuser beschädigen, und dieselben zerschmettern, und andere zerstörende Wirkungen hervorbringen, deren außerordent-

liche Gewalt nur deßwegen so groß ist, weil sie aus sehr hohen Wolken herabfallen, und daher am Ende eine so außerordentliche Geschwindigkeit erhalten. Zum Glücke werden die Schlossen von dem Winde und der Luft oft merklich aufgehalten, und dadurch etwas langsam gemacht, sonst würden sie noch weit mehr Schaden anrichten, besonders, wenn sie von recht hohen Wolken herabstürzen. Warum Regentropfen, Schneeflocken mit weniger Gewalt herabfallen, liegt nicht in dem Mangel der Schwere, sondern in dem Widerstande der Luft, welchen sie zu überwinden haben, ehe sie zur Erde kommen; und so ein Fall gehört nun nicht zur Betrachtung des freien Falles.

§. 60. So wie nun durch die stetige Schwerkraft die Geschwindigkeit der fallenden Körper zunimmt, so nimmt auch nach eben diesem Verhältnisse die Geschwindigkeit eines gerade in die Höhe geworfenen Körpers beständig ab; weil die Schwerkraft, welche der Bewegung eines in die Höhe geworfenen Körpers entgegen wirkt, die Geschwindigkeit um einen eben so großen Theil vermindert, als sie dieselbe bei den fallenden Körpern vermehrt. Wird also ein Körper gerade in die Höhe geworfen, so braucht er eben so viel Zeit zum Steigen, als er zum Fallen von eben dieser Höhe brauchen wird. Es könnte daher ein Körper, der mit gleichförmig beschleunigter Bewegung von einer gewissen Höhe herabfällt, mit den erhaltenen Zunahmen der Geschwindigkeit nach abgeänderter Richtung wieder in der nämlichen Zeit zur nämlichen Höhe hinaufsteigen. Die Geschwindigkeit des Steigens schwerer Körper nimmt also nach den nämlichen Gesetzen gleichförmig ab, wie jene des freien Falles gleichförmig zunimmt.

Daß die Erfahrung mit der Theorie übereinstimmt, lehren die Versuche mit der Adwoods Fallmaschine (Fig. 47). — Von den Versuchen, die in den neuesten Zeiten von Guglielmini zu Bologna und von Benzenberg zu Hamburg über den freien Fall der Körper in Bezug auf die Axedrehung der Erde sind angestellt worden, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 61. Wenn ein schwerer Körper auf einer glatten Unterlage oder Fläche AB (Fig. 48), die mit einer wagrechten Ebene CB einen Winkel macht, und schiefe Fläche heißt, herabrollt, und alle Hindernisse der Bewegung außer Betrachtung gelassen werden, so kann nur ein Theil eh der ganzen Schwere eg auf seine Bewegung wirken, der übrige Theil ef bewirkt senkrechten Druck auf die Unterlage, die diesen durch Gegendruck aufhebt; es kann also der Körper nicht senkrecht mit der ganzen Schwerkraft eg, sondern nur mit einem Theile der Schwerkraft, nämlich eh, die man respektive Kraft zu nennen pflegt, nach der Richtung der schiefen Fläche, als des ihm vorgeschriebenen Weges herabfallen, und in diesem Falle gewisse Gesetze beobachten. Die vorzüglichsten davon sind folgende:

1) Der Fall eines Körpers über die schiefe Fläche ist eben so, wie der freie Fall, eine gleichförmig beschleunigte Bewegung. (Versuche Fig. 49.)

2) Die respektive Kraft, mit der ein Körper über die schiefe Fläche herabfällt, ist

   a) auf der nämlichen schiefen Fläche desto größer, je größer das absolute Gewicht des herabfallenden Körpers ist, so wie auch

b) die respektive Kraft des nämlichen Körpers auf zwei ungleichen schiefen Flächen im geraden Verhältnisse mit der Höhe, und im verkehrten mit der Länge ist. (Versuche Fig. 50.)

3) Der Grad der Geschwindigkeit, den die respektive Kraft über die schiefen Flächen am Ende hervorbringt, ist eben der nämliche, wie der Grad der Geschwindigkeit des freifallenden an seinem Ende ist. (Versuch Fig. 51.)

4) In der nämlichen Zeit, in welcher ein Körper im freien Falle den senkrechten Durchmesser des Kreises durchläuft, durchläuft er auch in derselben Zeit die Sehnen eines Halbkreises. (Versuche Fig. 52.)

Die Versuche über die eben erwähnten Gesetze können aber nie ganz genau wegen der Rauhheit der Oberflächen der Körper und wegen des Widerstandes der Luft zutreffen.

Von der einfachen Bewegung.

§. 62. Einfache Bewegung heißt man jene, wo nur eine Kraft, oder auch mehrere Kräfte, nach der nämlichen geraden, oder auch nach gerade entgegengesetzten Richtungen hin auf den Körper wirken. Die vorzüglichsten Gesetze hievon sind folgende:

1) Jede einfache Bewegung ist geradlinigt; denn sie erfolgt nothwendig nach jener Linie, nach welcher die Richtung der Kraft, oder die Richtung der mehreren Kräfte liegen.

Zu Beispielen dienen uns der freie Fall der Körper durch die Schwerkraft; der Lauf eines Wagens, den mehrere Pferde nach einerlei Richtung ziehen, oder die Bewegung einer Last an einem Stricke, an dem mehrere Menschen in gerader Linie ziehen u. s. w.

2) Wenn zwei oder mehrere Kräfte nach einerlei Richtung auf einen Körper wirken, so machen sie zusammen die Summe der Kraft aus, welche mit der Wirkung im Verhältnisse steht.

Je mehrere Kräfte eine Last nach der nämlichen Richtung stossen oder ziehen wollen, desto leichter wird die Last bewegt werden, so daß immer diese Bewegung mit der Summe der Kräfte im Verhältnisse steht. Ein mittelst eines Bogens abgeschossener Pfeil wird von einem gewissen Standpunkte in die Scheibe bei weitem nicht so tief eindringen, als wenn man auf das Ziel hinzuläuft, und gerade im vorigen Standpunkte den Bogen abdrückt.

3) Wenn zwei Kräfte nach gerade entgegengesetzten Richtungen auf einen Körper wirken, und diese Kräfte gleich sind, so bleibt der Körper in der Ruhe; sind aber die Kräfte ungleich, so wird der Körper nach der Richtung der stärkern Kraft bewegt, durch den Ueberfluß oder Ueberrest der Kraft.

Fälle der ersten Art gibt es im gemeinen Leben sehr viele; z. B. das Schiff am Anker, der Kahn am Stricke u. s. w., beide bleiben in Ruhe. Fälle der zweiten Art gibt es ebenfalls viele im gemeinen Leben. Dergleichen sind, die Bewegungen verschiedener

Lasten durch Menschen und Thiere, die alle durch den Ueberrest der Kräfte die Last in Bewegung setzen.

Von der zusammengesetzten Bewegung.

§. 63. Eine zusammengesetzte Bewegung entsteht, wenn zwei oder mehrere Kräfte gleicher Art auf einen Körper unter einem Winkel wirken. Wird ein beweglicher Körper von zwei gleichartigen Kräften, die auf ihn unter einem Winkel zusammenwirken, bewegt, so ist die Richtung der Bewegung der Mittelweg, oder die Diagonal desjenigen Parallelograms, welches aus beiden Richtungen entsteht. Dieß bestätigen die Versuche mit der Diagonalmaschine (Fig. 53) und mit einem Schiffe (Fig. 54).

Von der zusammengesetzten Bewegung kommen im täglichen Leben viele Fälle vor, z. B. ein nasser Kirschkern, der zwischen zwei Fingern gehalten und hinten gedrängt wird, geht in der Diagonal fort, die ihm beide Finger anweisen. Wenn ein Kahn über einen Fluß fährt, so wird er von demselben hinunter, von den Rudern quer über den Strom getrieben, und vielleicht vom Winde zugleich nach einer andern Richtung u. s. w. Wenn drei oder mehrere Kräfte auf einen Körper unter einem Winkel wirken, so sucht man erst die mittlere Richtung von zweien. Aus dieser und der dritten wieder die mittlere Richtung und so fort. Umgekehrt läßt sich auch die Richtung, die man einem Körper geben will, als Diagonale eines Parallelograms betrachten, und in zwei andere Richtungen zerlegen. Hierauf gründet sich die Zerlegung der Kräfte, die für die ganze Mechanik von großer Wichtigkeit ist, und wovon Beispiele in der Vorlesung angeführt werden.

Von der krummlinigten Bewegung.

§. 64. Eine krummlinigte Bewegung entsteht, wenn zwei Kräfte ungleicher Art auf einen Körper unter einem Winkel wirken. Die Richtung des bewegten Körpers kann keine gerade Linie mehr seyn; denn eine Kraft erzeugt eine gleichförmige, und die andere eine gleichförmig beschleunigte Bewegung. Zu jeder krummlinigten Bewegung sind also wenigstens zwei oder mehrere äußere Kräfte ungleicher Art nothwendig, die so unter einem Winkel aufeinderwirken, daß eine als eine stetige Kraft die Richtung der andern in jedem Augenblicke abändert. Jede krummlinigte Bewegung ist also eine zusammengesetzte Bewegung.

§. 65. Diese Art der Bewegung durch Zusammensetzung der Kräfte findet man bei dem Wurfe der Körper. Die vorzüglichsten Gesetze sind folgende:

1) Wird ein schwerer Körper schief oder horizontal geworfen, so beschreibt er eine krumme, parabolische Linie (der Widerstand der Luft wird hiebei nicht in Betrachtung gezogen); denn auf so einen geworfenen Körper wirken zwey Kräfte unter einem Winkel, nämlich die schiefe oder horizontale Wurfkraft einer Hand oder eines Geschützes u. dgl. und die Schwerkraft, die erste wirkt gleichförmig, die zweite beschleunigend; es sind mithin die Räume, die der Körper vermöge der ersten durchlaufen würde, gleich, jene der zweiten aber wie die Räume in der beschleunigten Bewegung bei dem freien Falle des Körpers, nämlich 1, 3, 5, 7 ꝛc. Es ändert hiemit die stetige Schwerkraft die Richtung der Wurfkraft alle Augenblicke ab, es muß also die Diagonallinie oder der Weg aus beiden Kräften

eine krumme, und zwar parabolische Linie seyn, womit auch der Versuch (Fig. 55) übereinstimmt. Aus einem Springbrunnen, dessen Strahl verschiedene Richtungen annehmen kann, springt das Wasser aus jeder Richtung, die nicht perpendikulär ist, nach einer vorgezeichneten Parabel.

2) Eine horizontal geworfene oder geschossene Bleikugel kommt durch ihren krummen Weg in der nämlichen Zeit auf die Erde, in welcher sie von der nämlichen senkrechten Höhe herabfällt. Denn nach der Theorie der zusammengesetzten Bewegung wird die Diagonal mittelst beider Kräfte zu eben der Zeit durchlaufen, in welcher eine Seite mittelst einer Kraft durchlaufen wird. (Versuch Fig. 56.)

3) *Unter einem* Winkel von 45° ist die Wurfsweite oder Parabel am größten, und in gleichweit davon abstehenden Graden bei gleichen Wurfkräften durchaus gleich; weil bei dem Winkel von 45° die Schwerkraft am allerwenigsten von der Wurfkraft aufhebt, indem bei diesem Grade ihre Wirkung auf die Wurfkraft am schiefsten ist. Der Versuch (mit Fig. 56) bestätigt dieß.

Wenn die Maschine, aus welcher ein perpendikulärer Wurf geschieht, (was eigentlich nur im luftleeren Raume möglich wäre) wirklich in Bewegung ist, so wird der aus derselben in die Höhe geworfene Körper eben wieder zurückfallen, als wenn die Maschine still gestanden wäre; diese Linie scheint zwar wegen der gemeinschaftlichen Bewegung den Schiffern oder Reitern, welche eine Kugel senkrecht in die Höhe werfen,

in ihrer Rückkehr vertikal zu seyn, indem sie eben an dem Mastbaume oder dem Reiter, neben dem sie abgeschossen, wieder herabfällt; der aber am Ufer steht, wird die Krümmung augenscheinlich entdecken. Es ist also auch dieser senkrechte Wurf aus zwei Kräften unter einem Winkel zusammengesetzt.

Wenn ein Schiffsjunge, während das Schiff mit vollen Segeln fortgeht, von dem Mastkorbe herabfällt, so wird derselbe am Fuße des Mastbaumes herabfallen, in einer Richtung, die denen am Gestade augenscheinlich krumm erscheinen muß. Mehr hierüber in der Vorlesung.

Von der Bewegung durch die Zentralkräfte.

§. 66. Wenn zwei Kräfte von der Art sind, daß ein Körper durch die eine alle Augenblicke gegen einen gewissen Punkt getrieben, durch die andere Kraft aber von demselben entfernt wird, so wird der Körper von diesen zwei Kräften um den nämlichen Punkt in einer krummen Linie herumbewegt. So eine Bewegung heißt Zentralbewegung; und die Kräfte, die dieselbe bewirken, Zentralkräfte, wovon jene, die den Körper jeden Augenblick gegen den festen Punkt zu ziehen sucht, insbesondere Zentripedalkraft; diese aber, welche den Körper von diesem Punkte wegzutreiben sucht, Schwungkraft oder Zentrifugalkraft genannt wird. Der feste Punkt heißt Mittelpunkt der Kräfte. Wenn der Körper in jedem Punkte seiner Bewegung um den nämlichen Mittelpunkt gleich weit herumbewegt wird, so heißt sie Zirkelbewegung. Ein Beispiel davon gibt ein Stein, der an ein Seil gebunden, und herumgeschleudert wird.

§ 67. Da aus astronomischen Erfahrungen der Planetenlauf in elyptischen Kreislinien vor sich geht, so läßt sich nicht mehr zweifeln, daß die Planeten durch eine Zentralkraft gegen die Sonne getrieben werden, deren Stärke sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält. Da der Mond 60mal weiter von der Mitte der Erde entfernt ist, als wir, so ist folglich auch auf dem Monde die von unserer Erde herrührende Schwerkraft (so weit erstreckt sie sich auch wirklich) 3600mal stärker, wie bei uns. Der Mond gehört bekanntlich zu unserer Erde. Die Schwere macht, daß er stets bei unserer Erde bleibt, aber die Schwere, vereint mit noch einer andern Kraft, ist Ursache, daß er stets um unsere Erde herumläuft. Die zweite Kraft kann man sich als einen Stoß denken, den der Mond nach einer von unserer Erde abwärts gehenden Richtung gleich bei seiner Erschaffung empfangen hat, und wovon noch jetzt die Wirkung fortdauert. Wenn S die Erde und der Punkt A den Mond (Fig. 57) bedeutet, wenn A so nach der Erde hin und zugleich so von der Erde abgetrieben wird, daß durch diese beiden Kräfte das Parallelogram ABCD gebildet werden kann, so muß A die Diagonal AD durchwandern. Aber A würde nun vermöge seiner Trägheit in der Richtung AD ohne Ende fortgehen, wenn nicht von Neuem die Schwerkraft der Erde S auf ihn wirkte. Er durchläuft also jetzt die Diagonale DI u. s. w. Unablässig und in jedem Augenblicke wirken beide Kräfte, die auf die Erde hintreibende Kraft, und die von der Erde abtreibende Kraft auf den Mond; folglich muß er in unendlich vielen und kleinen Diagonalen, welche in der Zusammensetzung eine einzige krumme Linie (die Elypse) bilden, um die Erde herumlaufen. So leicht diese ersten Gesetze der Zentralbewegung einzusehen sind, so wichtig und erhaben

ist die Anwendung, welche davon auf die Bewegung der Weltkörper gemacht wird. Mehr hierüber in der Folge.

§. 68. Die Größe der Schwungkraft, in so weit man sie als bewegende Kraft betrachtet, wird in der Zentralbewegung in gleichen Umlaufszeiten bestimmt durch das Produkt aus der Masse und der Entfernung, oder der Geschwindigkeit des in krummer Linie herumbewegten Körpers von dem Mittelpunkte der Kräfte. — Es hat also von zweien beweglichen Körpern derjenige eine größere Schwungkraft, der die meiste Materie, oder bei gleicher Materie die größere Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte hat. — Dieß Gesetz wird durch Versuche mittelst der Zentrifugalmaschine (Fig. 58) bestätiget.

Von der Pendelbewegung.

§. 69. Einen schweren Körper, der an einem Faden oder Drath aufgehangen wird, daß er sich um seinen festen Stift in Zirkelbögen bewegen könne, heißt man Pendel.

Faden oder Drath und Gewicht des schweren Körpers zusammengenommen pflegt man Perpendikel zu nennen. Die Stifte, woran der Faden oder Drath hängt, heißt Aufhängspunkt. Man macht das Gewicht linsenförmig und ziemlich schwer, damit es desto weniger von der Luft gehindert wird. — Wird der Faden oder Drath angesehen, als hätte derselbe kein Gewicht, oder als eine geometrische Linie, und wird das Gewicht selbst als ein Punkt betrachtet, so heißt man das Pendel einfach, oder ein mathematisches Pendel. — Wenn man schon in der Körpernatur kein einfaches Pendel antrifft, so kann doch bei Versuchen ein sehr feiner Seidenfaden oder Roßhaar, an dem ein

schwerer Körper hängt, ohne großen Irrthum als ein solches Pendel gelten.

Wird aber der aufgehängte Faden oder Drath selbst aus mehreren solchen schweren Körperchen zusammengesetzt betrachtet, so heißt man es ein zusammengesetztes oder ein physisches Pendel.

Das Auf- und Absteigen des Pendels in den Zirkelbogen heißt man Schwungbewegung, und den Punkt, in dem man sich die ganze Schwere des Pendels als vereinigt vorstellen kann, den Mittelpunkt des Schwunges. — Der Abstand des Aufhängspunktes von dem Mittelpunkte des Schwunges bestimmt die Länge des Pendels. An einer gleichdicken und gleichschweren Ruthe ist derselbe $\frac{2}{3}$ der Länge von dem Aufhängspunkte entfernt.

§. 70. Die vorzüglichsten Gesetze sind folgende:

1) So lange das Pendel vom festen Aufhängspunkte aus in einer auf den Horizont senkrechten Linie hängt,

a) so bleibt es in Ruhe.

b) Hebt man aber das Pendel mit den ausgestreckten Faden oder Drath in die Höhe, daß also der Faden oder Drath eine schiefe Richtung bekommt, so muß das Pendel in einem Zirkelbogen in beschleunigter Bewegung bis zur senkrechten Richtung niedersteigen, und auf der andern Seite in abnehmender Bewegung aufsteigen, bis ihre Zusätze der Geschwindigkeit erschöpft sind, wo es sodann wieder in gleicher Zeit gleich hoch auf der andern aufsteigt, auch

diese Schwungbewegung beständig fortsetzen würde, wenn nicht das Reiben des Fadens oder Drathes an dem Aufhängspunkte und der Widerstand der Luft dieselbe alle Augenblicke verminderte. Dieß Gesetz wird durch den Versuch (Fig. 59) bestätigt.

2) Das nämliche Pendel oder zwei gleich lange Pendeln schwingen am nämlichen Orte in gleichen Zeiten, gleichzeitig, isochronisch, wenn auch ihre absoluten Gewichte und ihre Bögen ungleich sind. Wird durch Versuche bestätiget.

Ist die Dauer der Schwingung eines Pendels von einer Sekunde, so nennt man es ein Sekundenpendel. Bei uns beträgt das Sekundenpendel 3 Pariser Schuhe, 8½ Linie. — Man bedient sich der Pendel, um die kleinern Theile der Zeit zu messen, den Gang der Uhren gleichförmig zu machen, die Entfernung eines Orts zu bestimmen, die Geschwindigkeit des Pulsschlages, und daraus die Gesundheitsumstände des Menschen zu beurtheilen.

3) Zwei Pendel von ungleicher Länge schwingen an dem nämlichen Orte ungleichzeitig, d. i. es bewegt sich das kürzere Pendel geschwinder als das längere. Es verhalten sich die Längen der Pendel wie die Quadrate der Schwingungszeiten, folglich die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel. Wird durch Versuche (Fig. 59) bestätigt.

4) Die Dauer des Falles auf der Sehne eines Zirkels oder auf dem halben Schwung-

bogen ist der Dauer des senkrechten Falles durch den ganzen Diameter des nämlichen Zirkels gleich. Aus Versuchen bestätiget.

Da Wärme und Kälte auf den Gang der Pendel so mächtig einwirken, daß Pendelstangen durch die Wärme länger, und durch die Kälte kürzer werden, so haben die Physiker verschiedene Vorrichtungen ausgedacht, worüber mehr in der Vorlesung gesprochen werden wird.

Anmerk. 1. Einen merklichen Einfluß auf die Schwingungszeit des Pendels hat die Höhe des Ortes, wo es aufgehängt wird. Der Schwerkraft, welche es bewegt, wirkt eine andere Kraft entgegen, die Schwungkraft, welche durch Umdrehung der Erde erzeugt wird. Weiter vom Mittelpunkte der Erde hinaus wird sie wirksamer und dadurch die Schwerkraft geringer. Aus dieser Ursache schwingen Pendel in bedeutenden Höhen langsamer als in der Tiefe. Pendeluhren, die in der Ebene richtig gingen, gehen daher nach, wenn man sie nach Gebirgsorten bringt. Man muß dann das Pendel abkürzen, zu welchem Zwecke die Einrichtung dient, daß man die Linse am Drathe auf- und abschrauben kann. — Auch die geographische Breite des Ortes hat Einfluß auf die Schwingungszeit des Pendels. Ein und dasselbe schwingt langsamer, je näher man es der Linie bringt, und schneller nach den Polen zu. Richter beobachtete 1672, daß Pendeluhren, die zu Paris Sekunden schlugen, auf der Insel Cayenne zu langsam gingen und um 1 1/2 Linie verkürzt werden mußten. Weitere Beobachtungen ergaben, daß die Länge des Sekundenpendels auf Cayenne 454 1/2, zu Paris 455,9, zu London 456, zu Pello in Lappland 456 1/2 Linien betrage. Aus diesen Erfahrungen zog Newton den Schluß, daß die Erdoberfläche am Aequator höher, als nach den

Polen zu, mithin die Erde keine ganz vollkommene Kugel, sondern ein um die Pole abgeplattetes Sphäroid sey.

Anmerk. 2. Die höhere Mathematik gibt eine genauere Bestimmung über die Pendelschwingungen-

Von der Mittheilung der Bewegung durch den Stoß.

§. 71. Man versteht unter dem Worte Stoß das Anlaufen eines Körpers an einen andern, der ihm in der Bewegung im Wege liegt. Wird dadurch der Zustand beider, in Absicht auf Ruhe und Bewegung geändert, so daß gleichsam ein Theil der Bewegung aus dem einen in den andern Körper hinübergegangen zu seyn scheint, so nennt man diesen scheinbaren Uebergang Mittheilung der Bewegung durch den Stoß; geht die Linie, nach der sich der Mittelpunkt des stossenden Körpers bewegt, auch durch den Mittelpunkt des gestossenen, so heißt man den Stoß zentral, sonst exzentrisch. — Man theilt den Stoß in jenen von ganz unelastischen, und in jenen von vollkommen elastischen Körpern ein, wovon überall drei Hauptfälle angeführt werden. — Da die Wirkung des Stosses ganz von der Gewalt oder Größe der Bewegung abhängt, so muß bei der Bestimmung der Stoßgesetze die Masse und die Geschwindigkeit der aufeinanderstossenden Körper in Erwägung gezogen werden.

§. 72. Um die Gesetze des Stosses unelastischer Körper durch die Versuche so viel möglich zu bestimmen, nimmt man gewöhnlich Kugeln von hartem Thon. Die vorzüglichsten Gesetze sind folgende:

1) Wenn ein unelastischer Körper A auf einen andern unelastischen ruhenden B von

gleicher Masse gerade aufstößt, so verliert A eben so viel von seiner Bewegung, als B gewinnt. Denn Wirkung und Gegenwirkung sind gleich; mithin ist die Größe der gemeinschaftlichen Bewegung nach dem Stoße in A und B zusammengenommen allemal jener vor dem Stoße in A und B gleich.

2) Wenn ein unelastischer Körper A auf einen andern unelastischen B von gleicher Masse, der langsamer nach der nämlichen Richtung voraus in Bewegung ist, aufstößt; so wird die gemeinschaftliche Bewegung nach dem Stoße wieder jener vor dem Stoße gleich seyn.

3) Wenn zwei unelastische Körper von gleicher Masse nach gleichen entgegengesetzten Richtungen aufeinanderstossen, so heben sie sich ganz einander auf. Sind sie aber ungleich, so erfolgt aus dem Ueberreste der Kraft eine gemeinschaftliche Bewegung beider Körper nach der Richtung des stärkern.

Es werden also in dem letzten Falle die aufeinanderstossenden Körper durch den Ueberrest der Kräfte allein bewegt, weil sich gleiches einander aufhebt. — Diese Gesetze beweisen die Versuche mit der Stoßmaschine (Fig. 60) mit harten Thonkugeln, die mit gleicher Größe der Bewegung aufeinanderstossen.

§. 73. Die vollkommen elastischen Körper kommen mit den unelastischen darin überein, daß sie sich bei dem Aufstossen einander zusammendrücken, unterscheiden sich aber dadurch, daß

die unelastischen ihre zusammengedrückte Gestalt behalten, die vollkommen elastischen aber ihre vorige Gestalt mit einer zurückwirkenden Kraft, die der zusammendrückenden gleich ist, wieder herzustellen suchen, und dadurch eine neue und gleiche Aenderung in der Bewegung beider hervorbringen. Man muß also bei dem Zusammenstossen elastischer Körper zwei Zeitpunkte wohl unterscheiden:

Der erste ist, während sie sich zusammendrücken, dadurch verliert der Stossende nach Verhältniß der Masse einen Theil seiner Geschwindigkeit, welchen der Gestossene gewinnt, wie bei den unelastischen Körpern.

Der zweite ist die Wiederherstellung der zusammengedrückten Figur; denn im zweiten Moment suchen die elastischen Körper mit der nämlichen Kraft, mit der sie zusammengedrückt werden, wieder ihre vorige Gestalt zu erhalten, und wirken sodann noch einmal so stark aufeinander, wodurch dann der Aufstossende noch einmal so viel verliert, der Gestossene aber eben darum noch einmal so viel gewinnt, als wenn sie unelastisch gewesen wären.

Um die Gesetze des Stosses der vollkommen elastischen Körper durch Versuche zu bestimmen, nimmt man gewöhnlich Kugeln von Elfenbein, die einen hohen Grad der Elastizität äußern. Die Erfolge der Versuche können damit der Theorie zwar nahe, aber nicht ganz gleich kommen.

§. 74. Die vorzüglichsten Gesetze von dem Stosse elastischer Körper sind folgende:

1) Wenn ein elastischer Körper A auf B von gleicher Masse aufstößt, und B vor dem Stosse ruht, so bekommt B die Geschwindigkeit des A; A aber ruht nach dem Stosse.

2) Wenn beide vor dem Stosse nach einer Richtung A geschwinder, B langsamer bewegt werden, so setzen sie ihre Bewegung mit verwechselten Geschwindigkeiten nach der nämlichen Richtung fort.

3) Wenn A und B (von gleicher Masse) gegeneinander bewegt werden, so springen sie nach dem Stosse mit verwechselten Geschwindigkeiten von einander. Diese Gesetze beweisen die Versuche (Fig. 60).

Hieraus läßt sich auch noch die Erklärung der Versuche bei einer andern Stoßmaschine (Fig. 61) herleiten, in welcher eine Reihe elastischer Kugeln von gleicher Beschaffenheit, die an ihren Mittelpunkten in gerader Linie liegen und einander berühren, an gleich langen Schnüren hängen. Versuche hierüber in der Vorlesung.

§. 75. Die vorzüglichsten Gesetze des Stosses harter, unelastischer, als auch elastischer Körper auf harte unbewegliche Körper sind folgende:

1) Stößt ein unelastischer harter Körper gerade auf eine harte Fläche auf, so wird er nach dem Aufstossen ruhen; denn diese Bewegung wird durch die Gegenwirkung der harten Fläche aufgehoben.

2) Stößt der nämliche Körper schief auf eine harte Fläche auf, so setzt derselbe nach dem Aufstossen seine Bewegung auf der Fläche fort. Denn dieser schiefe Stoß kann als

eine Diagonalbewegung, oder als das Resultat zweier unter einem Winkel zusammenwirkender Kräfte angesehen werden, deren eine auf die Fläche senkrecht, die andere mit der Fläche parallel wirkt.

3) Fällt ein vollkommen elastischer Körper senkrecht auf eine elastische oder vollkommen harte und unbewegliche Fläche, so springt derselbe in der entgegengesetzten Richtung zur nämlichen Höhe wieder senkrecht zurück. Diese Bewegung heißt man zurückgeworfene, zurückgeprallte, reflektirte Bewegung, und hat ihren Grund in dem vollkommenen Grade der Elastizität, bei welchem die Zurückstellungskraft so groß, als die Kraft des Zusammendrückens im Aufstossen ist.

4) Fällt aber ein vollkommen elastischer Körper frei oder mittelst eines Wurfes auf eine elastische oder vollkommen harte und unbewegliche Fläche schief auf, so wird derselbe unter dem nämlichen Winkel, in dem er aufgefallen, auf der andern Seite wieder abprallen, und so der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich seyn. Denn in diesem Falle wird dem Anstossenden, wie bei unelastischen, nur die senkrechte Kraft genommen, weil dieser aber vollkommen elastisch ist, so erhält er sie im nämlichen Grade zurück, die demnach mit der vorigen Parallelkraft unterm nämlichen Winkel verbunden, den aufstossenden Körper gegen der andern Seite nach der Diagonal forttreibt, die mit der Fläche den nämlichen Winkel macht.

Diese Gesetze werden mit den Versuchen (Fig. 62 und 63) beim Aufstossen einer bleiernen und elfenbei-

nernen Kugel auf marmorne Platten bestätiget, die Versuche selbst werden aber aus Mangel einer vollkommenen Elastizität und vollkommenen Unelastizität nie genau mit denselben übereinstimmen. Hieraus wird auch das Scheibenschießen erklärbar, da man nämlich am Gestade, z. B. eines Weihers, die Scheibe festzusetzen pflegt, am Gestade aber gerade gegenüber auf die Oberfläche des Wassers gegen das im Wasser abgemahlte Bild der Scheibe hinzielt, wobei die Kugel auf der Oberfläche des Wassers abprallt, und unter einem zwar kleinen Winkel auf die Scheibe hingeworfen wird. — Noch ist zu bemerken, daß bei dem Stosse die Mittheilung der Bewegung nicht plötzlich, sondern nach und nach geschieht, welches seinen Grund in der allgemeinen Trägheit oder Beharrungsvermögen der Materie hat. — Eine offenstehende Zimmerthüre läßt sich mit geringer Kraft, welche nicht zu geschwinde wirkt, bewegen. Schießt man aber eine Flintenkugel dagegen, so wird diese ein Loch durchschlagen, ohne daß sich die Thüre bewegt. Ehe sich noch die Bewegung den übrigen Theilen der Thüre mittheilen konnte, zerrissen schon die Fasern des Holzes an dem Orte, wo die Kugel anschlug. — Eine abgeschossene Flintenkugel wird in einer Fensterscheibe nur ein kleines Loch machen, ohne die ganze Scheibe zu zerbrechen.

Eine Flinte zerspringt, wenn sie abgefeuert wird, leicht, wenn der Pfropfen nicht fest auf der Ladung sitzt. — Ein dünner Stock, der auf zwei mit Wasser gefüllte Gläser (oder auch zwei Strohhalme) gelegt wird, springt in der Mitte, wenn man schnell darauf schlägt, entzwei, ohne daß ein Tropfen Wasser verschüttet wird. (Versuch Fig. 64.) — Ein Stück Geld, welches über die Oeffnung einer Flasche auf einen biegsamen Ring gelegt wird, fährt nicht fort, wenn der Ring wegge-

schlagen wird, sondern fällt in die Flasche. (Versuch Fig. 65.) — Wenn man gegen den Rand eines Tellers schlägt, auf welchen Sand gestreut ist, so wird derselbe sich in einer dem Stosse entgegengesetzten Richtung bewegen. — Eben deßwegen können Maurer die Steine auf den Händen zerschlagen, und Menschen, deren Brust stark genug ist, einen Amboß zu tragen, können so viel auf sich schmieden lassen, als sie wollen.

Von dem Schwerpunkte.

§. 76. Man weiß aus der Erfahrung, daß es in allen festen Körpern einen Punkt gibt, um welchen alle Theile, alle Richtungen ein gleich starkes und entgegengesetztes Bestreben zum Fallen äußern; er ist auch in allen ausfindbar, und dieser Punkt heißt Mittelpunkt der Schwere, oder Schwerpunkt, weil an diesem Punkte der Schwere das Bestreben aller übrigen Theile eines festen Körpers sich der Erde zu nähern, gleichsam vereinigt, vorzüglich sichtbar wird; denn sobald dieser Punkt eines festen Körpers unterstützt oder in Ruhe ist, so ist es auch der ganze Körper, und hiemit zum Fallen unfähig, weil bei der Unterstützung des Schwerpunktes auch die übrigen Theile ein gleiches und entgegengesetztes Bestreben zur Erde haben. Die Richtung, nach welcher der Schwerpunkt des Körpers senkrecht auf die Erde frei fallen würde, heißt Richtungslinie. Hieraus folgt:

1) In allen festen Körpern gibt es einen Schwerpunkt, um welchen alle übrigen Theile ein gleiches Bestreben zu fallen äußern.

2) Die Ruhe, die Unterstützung des Schwerpunktes zieht nothwendig auch die Ruhe und die Unterstützung des ganzen Körpers nach sich; so wie

aus der Bewegung des Schwerpunktes unvermeidlich auch die Bewegung des ganzen Körpers folgt.

3) Im Schwerpunkte kann man sich die ganze Schwere des festen Körpers vereinigt vorstellen, die Theile aber selbst außer diesem Punkte ohne Schwere denken. Indessen ist dieser Punkt nichts wirkliches, sondern man abstrahiret die Schwere von allen übrigen Theilen des Körpers, und vereinigt sie in einem Punkte, um welchen alle Theile so ruhen, als wenn sie gar nicht schwer wären.

4) Was also den Schwerpunkt trägt, das muß das Gewicht des ganzen Körpers tragen.

5) Um den Schwerpunkt eines Körpers zu finden, muß man beobachten, ob derselbe regelmäßig durchaus gleich dick, und von einer ganz gleichen Masse sey, in welchem Falle sich der Schwerpunkt in dem Mittelpunkte seiner Größe befindet. Ist derselbe aber unregelmäßig, oder von ungleicher Masse, so kann er an einer Schnur aufgehangen, und die Richtung als diejenige Linie betrachtet werden, die durch seinen Schwerpunkt geht. Wird nun der nämliche Körper auch nach einer andern Seite aufgehangen, so zeigt hier die Schnur die Richtungslinie durch den Schwerpunkt. Die beiden Linien müssen sich also in demjenigen Punkte durchschneiden, welcher der Schwerpunkt des Körpers ist.

6) Betrachtet man die Linien und Flächen als körperliche Gegenstände von einer gleich dicken und gleich dichten Masse, so ist der Schwerpunkt einer geraden Linie in der Mitte derselben, der eines Kreises oder einer Ellypse in seinem Mittelpunkte, der eines regelmäßigen Vieleckes in dem Mittelpunkte

des darum beschriebenen Kreises, und der eines Parallelograms in der Durchkreuzung seiner beiden Diagonalen.

7) Bei dem regelmäßigen Körper-Vielecken, bei der Kugel und Ellipsoide fällt der Schwerpunkt in den Mittelpunkt ihrer Achse, welches auch bei einem Prisma, einem Parallelepipedum und einem Zylinder der Fall ist.

8) Um den Schwerpunkt eines Dreieckes zu finden, theile man (Fig. 66) zwei Seiten AB und BC in zwei gleiche Theile D und E, und ziehe aus den entgegensetzten Winkeln A und C die Linien AE und CD, so ist O der Mittelpunkt der Schwere des Dreieckes. Trägt man den dritten Theil der Linie AE von A nach O, so erhält man auch dadurch den Schwerpunkt, welches auch bei der Linie CD der Fall ist.

9) Den Schwerpunkt eines Viereckes (Fig. 67) findet man, wenn man das Viereck durch die Diagonale AB in zwei Dreiecke zertheilet, und von jedem den Schwerpunkt nach der eben gezeichneten Art sucht, wodurch man denselben bei dem Dreiecke ABC in P und bei dem Dreiecke ABD in R finden wird, aus welchen Punkten man die Linie RP ziehen kann. Theilt man nun das Viereck auch durch die Diagonallinie CD in zwei Dreiecke, und sucht man von diesen ebenfalls die Schwerpunkte, die sich in S und F finden werden, so kann man aus diesen die Linie SF ziehen, die RP in O durchschneidet, und dadurch den Schwerpunkt O des ganzen Viereckes gibt.

10) Um den Schwerpunkt unregelmäßiger Vielecke zu erhalten, gibt es zwar ebenfalls geometri-

sche Verfahrungsarten, die aber, wenn die Zahl der Seiten mehr als fünf beträgt, ziemlich verwickelt sind, daher ich sie hier, da ihr Gebrauch ohnehin sehr selten ist, und man sich nöthigen Falls durch das oben gezeigte Aufhängen eines solchen Körpers helfen kann, hinweggelassen habe.

11) Der Schwerpunkt einer senkrechten Pyramide (Fig. 68) liegt in ihrer Achse, wenn man nämlich die Höhe derselben in vier gleiche Theile zerfällt, und ein Viertheil von unten aufwärts trägt. Das nämliche Verfahren gilt auch für den senkrechten Kegel. Der Schwerpunkt einer Halbkugel (Fig. 69) ist drei Achtel von seiner Achse, von der Durchschnittsfläche aufwärts erhoben. Durch Versuche findet man den Schwerpunkt eines Körpers, wenn man denselben auf eine Schneide legt, und ihn so lange hin- und herschiebt, bis er in Ruhe ist. In der Ebene, nach welcher der Körper von der Schärfe durchschnitten wird, liegt der Schwerpunkt desselben.

12) So lange die Richtungslinie nicht außer der horizontalen Grundfläche oder Basis fällt, so lange kann der Körper nicht fallen, weil im ersten Falle der Schwerpunkt von der Grundfläche unterstützt wird, im zweiten aber nicht.

Aus diesem durch Versuche bestätigten Satze lassen sich viele auffallende Naturerscheinungen erklären:

1) Warum ein zwei Fuß langer hölzerner Kasten, welcher an dem einen Ende, das horizontal auf einem Tische liegt, mit Blei ausgegossen nicht falle, obwohl nur zwei Zolle von seiner Länge vom Tische unterstützt werden.

2) Warum der Thurm zu Pisa (Versuch Fig. 70), der 300 Fuß hoch und 12 Fuß Ueberhang, und der zu Bologna, der 130 Fuß hoch und 9 Fuß Ueberhang hat, dennoch nicht fallen.

3) Warum ein hohles, zylinderförmiges Kapsel, welches an einer Seite der Peripherie mit Blei ausgegossen ist, warum ein Doppelkegel (Versuch Fig. 71) auf einer schiefen Ebene, welche zwei unter einem Winkel gestellte Breter bilden, sich hinaufbewege.

4) Warum eine Puppe, die inwendig hohl ist, in der Höhlung Queckſilber enthält, und die gehörige Gelenkigkeit seiner Arme und Beine hat, das chinesische Purzelmännchen (Versuch Fig. 72) rückwärts über eine Treppe geht; ein Gliedermann auf einem seilförmigen Stabe auffallende Bewegungen; eine hölzerne Figur (Versuch Fig. 72) mit angehängten Gewichten, die den Schwerpunkt tief senken, auf eine Spitze gestellt, Drehungen und Schwenkungen macht, ohne herabzustürzen.

5) Warum eine Kugel auf einer horizontalen Ebene so leicht bewegbar, weil nämlich ihre Basis nur ein Punkt ist, mithin auch ihr Schwerpunkt leicht außer der Basis zu bringen, und auf diese Art zu bewegen ist.

6) Warum eine Kugel auf einer schiefen Fläche sogleich herabrolle, hingegen der Würfel auf derselben ruhe, wenn der Winkel dieser Fläche mit dem Horizont etwas spitzig ist.

7) Warum ein Ei, wo nur ein Pole mit Schrot beschwert ist, auf der Spitze stehe; Gläser, deren Boden sehr massiv ist; Figürchen von Holun-

dermark (Fig. 74) oder auch von Holz, die einen bleiernen Fuß haben, umgelegt wieder aufstehen u dgl. (Fig. 75.)

8) Warum ein Wagen mit Stein oder Eisen beladen an einem seitwärts abhängigen Platze noch sicher fahre, da an eben dem Platze eine Ladung Heu oder Getreidgarben u. dgl. umstürze.

9) Warum der Zeiger einer Uhr (Versuch Fig. 76) einen beliebigen Numer anzeigen kann.

10) Warum der Seekompaß außer der horizontalen Lage nie ruhet (Fig. 77).

11) Warum ein Thurm (Versuch Fig. 78) am sichersten und festesten steht, wenn der Schwerpunkt am tiefsten liegt.

12) Warum der Mensch (Fig. 79) im Gehen oder Laufen nicht fällt. — Warum sich der Leib des Menschen vorwärts neigt, wenn er eine Last auf dem Rücken trägt, oder auch nur eine Stiege oder einen Berg besteigt; hingegen rückwärts beugt, wenn er eine Last voranhaltet, oder die Stiege oder den Berg herabgeht, den linken Arm ausstreckt, wenn er den rechten belastet u. dgl.

13) Warum der Mensch vom Sitze nicht aufstehen kann, ohne den Fuß zurückzuziehen, oder den obern Theil des Leibes vorwärts zu bewegen. (Fig. 80.)

14) Warum Seiltänzer auf einem Seile oder einem Drathe gehen und Bewegungen wie auf einer breiten Fläche machen können; ihre Kunst beruht auf einer feinen Empfindung des Schwerpunktes, und auf der Geschicklichkeit, ihn über einer Basis zu erhalten, dazu dient ihnen die Balanzierstange u. s. w.

Mahler, Kupferstecher, Bildhauer und andere bildende Künstler müssen diese Lehre von dem Schwerpunkte gut verstehen, und sich bei der Verfertigung ihrer Kunstwerke genau nach demselben richten, wenn sie nicht unverzeihliche Fehler begehen, und zuweilen Sachen bilden wollen, die wider ihren Willen umfallen, oder doch unnatürliche und unmögliche Stellungen machen.

IV. Kapitel.

Vom Gleichgewichte und der Bewegung fester Körper.

§. 77. Diejenige Wissenschaft, welche von dem Gleichgewichte und der Bewegung der Körper handelt, nennt man Mechanik. Sie kann in zwei Haupttheile zerfällt werden, in die Bewegung fester, und in die Bewegung flüssiger Körper, letztere wird auch Hydraulik genannt.

§. 78. Die Ursache, welche eine Bewegung hervorbringt, wird Kraft genannt. Die Kraft kann aber entweder eine lebendige oder eine todte Kraft seyn. Das erste ist sie, wenn sie wirkliche Bewegung hervorbringt, welches durch Menschen und Thiere geschehen kann, das zweite, wenn sie die Last ohne Bewegung erhält, welches durch Gewichte geschehen kann. Der Ausdruck todte Kraft kann nur in der Mechanik gelten.

§. 79. Unter dem Worte Maschine versteht man ein Werkzeug, vermittelst welchen man einen Körper leichter oder geschwinder bewegen kann, als es ohne

demselben möglich wäre. Das allgemeine Gesetz der Bewegung durch Maschinen ist:

daß man nie an Kraft und Zeit zugleich gewinnen könne, sondern daß, wenn an Kraft gewonnen wird, man eben soviel an der Zeit verlieren müsse, und umgekehrt, wenn an der Zeit gewonnen wird, man eben so viel an der Kraft verlieren müsse.

Ist also eine kleine Kraft vorhanden, so wird die Zeit, in welcher die Bewegung geschieht, desto länger seyn müssen, bei einer größern Kraft oder Geschwindigkeit aber dieselbe in einer kürzern Zeit geschehen könne; indem der Körper den nämlichen Raum geschwinder durchlaufen wird.

§. 80. Die Werkzeuge zur Bewegung der Körper können entweder einfach oder zusammengesetzt seyn. Die einfachen Maschinen sind nur der Hebel und die schiefe Fläche. Zum Hebel gehören noch die Rolle, und das Rad an der Welle. Zur schiefen Fläche der Keil und die Schraube. Wenn, um die Wirkung zu vergrößern, mehrere dieser einfachen Werkzeuge miteinander in Verbindung gesetzt werden, so entsteht eine zusammengesetzte Maschine.

Von dem Hebel.

§. 81. Bevor man einen Körper auf eine vortheilhafte Art in Bewegung zu setzen im Stande ist, muß man erst seinen Zustand im Gleichgewichte betrachten, welches erfolgt, wenn zwei gleich große Kräfte in entgegengesetzter Richtung aufeinander wirken, wodurch die beiderseitige Kraft aufgehoben wird, und Ruhe erfolgt. Die Lehre von dem Gleichgewichte fester Körper nennt man die Statik.

§. 82. Denkt man sich eine gerade, unbiegsame Linie ohne Dicke und Schwere, die bei C (Fig. 81) auf einem festen Punkte liegt, und wovon CA eben so lang ist, wie CB, bei K und L aber gleich schwere Gewichte angehängt werden; so befinden sich die beiden Kräfte K und L im Gleichgewichte, indem keine Ursache vorhanden ist, warum eine durch die andere bewegt werden sollte. Legt man nun zu einem der beiden Gewichte noch eine kleine Schwere, so folgt sogleich eine kleine Bewegung in den beiden entgegengesetzten Punkten, wovon sich eine aufwärts, und die andere abwärts neigt, wie man dieses an den gewöhnlichen Kramerwagen vielfältig wahrnehmen kann. Die Linie AB nennt man einen Hebel, der Punkt C, um welchen sich der Hebel bewegt, heißt der Ruhepunkt (Hypomohlium), die Längen CA und CB heißen die Arme des Hebels, und von den beiden Gewichten K und L wird dasjenige, womit ein Körper bewegt oder in das Gleichgewicht gebracht werden soll, die Kraft K, und das andere, welches bewegt wird, die Last L genannt. Denkt man sich die Linie AB ohne Dicke und Schwere, so nennt man dieß einen mathematischen Hebel, nimmt man aber anstatt dieser Linie eine wirkliche Stange, so heißt dieß ein materieler Hebel.

Anmerkung. Die Hebel, die ich zu Versuchen bei der Hebelmaschine gebrauche, sind hölzerne Lineale 1/4 Zoll in der Dicke und 3/4 Zoll breit, durchgehends gleichartig und von verschiedener Länge. Bei nachfolgenden Versuchen werden die Lineale als mathematische Hebel betrachtet; indem ihre Schwere durch ein Gegengewicht aufgehoben ist, daher haben sie auch keinen Einfluß auf die Kraft und Last.

§. 83. Es gibt dreierlei Arten von Hebeln, die ihre Einrichtung nach den verschiedenen Lagen der Ru-

hepunkte erhalten. Der Hebel der ersten Art, den man auch Druckhebel nennt, ist der, wo der Ruhepunkt C zwischen der Kraft und Last sich befindet (Fig. 81). Bei dem Hebel der zweiten Art, der auch Traghebel heißt, liegt die Last in der Mitte, die Kraft aber und der Ruhepunkt C an den beiden Enden (Fig. 82). Bei dem Hebel der dritten Art, oder dem Wurfhebel ist die Kraft in der Mitte, die Last und der Ruhepunkt C aber an den beiden Enden (Fig. 83).

§. 84. Das erste Hauptgesetz bei einer jeden von diesen drei Hebelarten ist:

Es ist zwischen Kraft und Last das Gleichgewicht vorhanden, wenn die Kraft multiplizirt mit ihrem Abstande, gleich ist der Last, multiplizirt mit ihrem Abstande von dem nämlichen Punkte.

Bei (Fig. 81) ist $K \times AC = L \times BC$. Gibt man z. B. einem jeden Hebelarme eine Länge $= 1$, und einem jeden der beiden Gewichte K und L $= 4$ Loth, so hat man $1 \times 4 = 1 \times 4 = 4$.

Die Produkte, welche aus der Multiplikation der Hebelarme mit der Kraft oder Last entstehen, nennt man in der Mechanik die statischen Momente. Verlängert man (wie Fig. 81) den Hebelarm auf einer Seite, so daß $AC' = 2AC$ ist, so hat man der Erfahrung gemäß in L ein doppelt so schweres Gewicht nöthig, um die Kraft K im Gleichgewichte zu erhalten, wodurch bei K $= 3$ Loth, und bei L $= 6$ Loth entstehen; denn es ist $3 \times 2 = 6 \times 1$, daher die beiden Gewichte, oder die Kraft mit der Last, auch hier im Gleichgewichte stehen. Setzt man die Gleichung der statischen Momente in eine geometrische Proportion, so erhält man als zweites Hauptgesetz:

K : L = CB : AC, d. h. es verhält sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft zur Last, umgekehrt wie der Abstand der Last zum Abstande der Kraft, woraus wieder K X AC = L X BC entsteht.

§. 85. Bei dem Hebel der zweiten Art (Fig. 82), wo die Last L in der Mitte, die Kraft K und der Ruhepunkt C aber an den beiden Enden des Hebels angebracht sind, findet das nämliche Gesetz seine Anwendung; es ist wieder K X CB = L X AC. Soll also beim Hebel der zweiten Art das Gleichgewicht vorhanden seyn, so müssen auch die statischen Momente beiderseits einander gleich seyn.

§. 86. Bei dem Hebel der dritten Art (Fig. 83) kommt die Kraft K in die Mitte, und die Last L am Ende des Hebels zu stehen, wo er dann ganz einem Hebel der zweiten Art gleicht. Theilt man einen Hebel in so viele gleiche Theile, als man nur immer will, so sind die statischen Momente im Falle des Gleichgewichtes beiderseits einander gleich, wie auch die Versuche bestätigen.

§. 87. Aus diesen Erfahrungen geht hervor, daß bei allen den drei Hebelarten eine Proportion vorhanden sey, die allemal aus vier Größen besteht. Da man in einer jeden Proportion, wenn drei Größen bekannt sind, die vierte durch Rechnung finden kann, so ist man hiedurch auch in den Stand gesetzt, sowohl die Kraft und Last, als auch die beiden Längen der Hebelarme zu finden, wenn drei von diesen Größen gegeben sind. Z. B. Es sey K = 3 ℔, L = 9 ℔, der Abstand der Last = 5 Zoll; wie groß muß der Abstand der Kraft seyn?

$$\underbrace{3 : 9 = 5 : x}$$

$$x = \frac{9 \times 5}{3}$$

$$x = \frac{45}{3} = 15 \text{ Zoll.}$$

Die Probe wird gemacht, wenn man statt x den gefundenen Werth, d. i. 15 setzt; so ist nach der geometrischen Proportionslehre (worauf sich alle nachfolgenden Beispiele beziehen) das Produkt der beiden äußern Glieder dem Produkte der beiden mittlern Glieder gleich, so wie auch die beiden Quotienten derselben gleich sind.

§. 88. Ist die Kraft und Last, und die ganze Länge des Hebels bekannt, so läßt sich auch der Ruhepunkt finden, wenn die Last oder die Kraft mit der ganzen Länge des Hebels multiplizirt, und durch die Summe der Last und Kraft dividirt wird, dieß macht der Versuch (Fig. 84) anschaulich, wobei die Kraft K = 2 Loth, die Last L = 24 Loth, und die Länge AB = 26 Zoll gegeben sind, d. i. Ruhepunkt $= \frac{26 \times 2}{24 + 1} = \frac{26 \times 2}{26} = 2$, d. h. die Last von 24 Loth steht vom Ruhepunkte zwei Zoll ab.

§. 89. Wenn mehrere Lasten an den drei Hebelarten angebracht werden, so bestimmt die Summe der Momente alle nach einerlei Richtung wirkenden Lasten in ihre Distanzen vom Ruhepunkte das Moment der sämmtlichen Lasten. Man multiplizire daher jede einzelne Last mit ihrer Entfernung, und addire die Momente der Lasten zusammen; wenn nun diese Summen beider Momente einander gleich sind, so werden die Lasten und Kraft am Hebel im Gleichgewichte seyn, wie der Versuch mit (Fig. 85)

als Hebel der ersten Art sehr deutlich zeigt, wo die Last L = 2 Loth, eine Distanz vom Ruhepunkte = 2, und die andere Last L = 1 Loth eine Distanz = 5 und die Kraft K eine Distanz = 1 hat; daher die Kraft selbst = 9 Loth schwer seyn muß. — Der Versuch (Fig. 86) als Hebel der zweiten Art, wo die Last L = 3 Loth eine Distanz = 1, die andere Last L = 3 eine Distanz = 3 ist, zeigt deutlich, daß die Kraft K = 3 Loth schwer eine Distanz von = 4 haben muß, damit das Gleichgewicht vorhanden seyn kann.

§. 90. Befinden sich an der Peripherie eines Kreises verschiedene Gewichte, so darf man nur von den Punkten der Peripherie auf den Diameter senkrechte Linien ziehen, so ist dieß ebensoviel, als wenn diese Gewichte an den Diameter angehängt wären; daher die vorhergehenden Gesetze darauf angewendet werden können (Versuch Fig. 87).

§. 91. Ist ein Hebel an seinen äußern Enden auf- oder abwärts gebogen, so darf man nur vom Ruhepunkte aus perpendikulär eine Linie auf die Richtung der Kraft und Last ziehen (Fig. 88). — Stehen die beiden Hebelarme unter einem Winkel, so nennt man dieß einen Winkelhebel, welcher in vielen Umständen gebraucht wird, um die Last bequemer bewegen zu können. Auch bei diesem müssen die statischen Momente, d. i. K × AC = L × BC beiderseits einander gleich seyn, wenn Gleichgewicht vorhanden seyn soll, woraus wieder eine jede der vier Größen kann gefunden werden, wenn drei davon bekannt sind (Versuch Fig. 89). Wirkt die Kraft in schiefer Richtung gegen einen oder beide Arme eines Hebels (Versuch Fig. 90), so muß dieselbe verlängert, und aus dem Ruhepunkte eine senkrechte Linie beider-

seits gefällt werden, wodurch ein Winkelhebel entsteht. Es ist wieder $K \times AC = L = CB$, woraus sich wieder die unbekannten Größen leicht finden lassen.

§. 92. Betrachtet man die Last L (Vers. Fig. 91), welche zwischen zwei Balken aufgehangen ist, so kann der Balken A, als der Ruhepunkt, und der Balken B, als die Kraft betrachtet werden, daher diese Vorrichtung füglich einen Hebel der zweiten Art vorstellen kann, wo die Last, wenn sie sich in der Mitte befindet, von den beiden Balken A und B zur Hälfte getragen wird. Ist hingegen die Last näher bei A, so wird auch nach dem Verhältnisse der Annäherung der Last gegen A, A mehr tragen müssen, als der Balken B. Hält z. B. die Last 60 Pfund, und sie befindet sich am ersten Dritttheile von CK, so ist $L \times 1 = K \times 3$, und $K = \frac{60}{3} =$ 20 Pfund, welche der Balken B zu tragen hat, daher für den Balken A noch 40 Pfund zu tragen übrig bleiben. Bei dem Hebel der dritten Art besteht der Unterschied gegen den der zweiten Art nur in der Verwechslung der Kraft und Last.

§. 93. Sowohl der Hebel der zweiten als der dritten Art lassen sich in Hebel der ersten Art verwandeln, und die Rechnung nach diesen anstellen, ohne daß der Werth derselben verändert wird. Trägt man in (Fig. 82), wo CB ein Hebel der zweiten Art ist, die Länge AB auf die entgegengesetzte Seite von B, so hat man einen Hebel der ersten Art, wo beiderseits die statischen Momente einander gleich sind. Das Nämliche gilt auch vom Hebel der dritten Art.

Diese Verfahrungsart kann den Anfängern in solchen Fällen helfen, wo ihnen der Ansatz der Rechnung

nicht sogleich klar wird, der also nach dieser Art keinem Zweifel unterworfen seyn kann.

§. 94. Bisher wurde der Hebel als eine Linie ohne Dicke und Schwere betrachtet, womit aber in der Wirklichkeit keine Bewegung hervorgebracht, noch ein schwererer Körper daran gehangen werden kann, daher zur wirklichen Bewegung ein durchaus materieler Hebel nothwendig ist. Bei diesem hat man außer der Kraft und Last noch auf seine eigene Schwere Rücksicht zu nehmen, daher der Hebel entweder zuvor ins Gleichgewicht gesetzt, oder da, wo er vorkömmt, als Kraft oder Last mit in die Rechnung gebracht werden muß. — Für den ersten Fall braucht man nur die Hebelstange auf beiden Seiten vom Ruhepunkte gleich lang und dick zu machen, oder dem einem Hebelarme eine so große Schwere zu geben, bis er mit dem andern im Gleichgewichte steht. — Im zweiten Falle wird man finden, daß die Theile CA und CD (Versuch Fig. 92) miteinander im Gleichgewichte stehen, der Theil BD aber hier als eine besondere Kraft betrachtet werden müsse, in dem man sich das Gleichgewicht dieses Stückes als in seinem Mittelpunkte, welcher der Schwerpunkt ist, konzentrirt vorstellen, und dasselbe als ein an dem Punkte Q angebrachtes Gewicht ansehen kann, wo dieses Gewicht mit der Entfernung vom Ruhepunkte multiplizirt, und zu dem von L addirt werden muß, welche beide zusammen die Last ausmachen, mit der die Kraft im Gleichgewichte stehen soll. Halten z. B. die Längen AC und CD jede = 3 und die Länge CB = 5 gleiche Theile, und also der Hebelarm BD = 2 solche Theile, so kommt das Uebergewicht des Hebels auf den Punkt 4, als dem Schwerpunkte von BD zu stehen. Nimmt man nun die Schwere dieses Stückes zu 1 Loth, und die Last L zu

4 Loth, und sucht die Kraft K, so hat man 1 × 4 + 5 × 4 = 24 Loth, welche mit K im Gleichgewichte stehen müssen. Es ist also K × 3 = 24

: 3 = :3

$K = \frac{24}{8} = 8$ Loth, die mit der Kraft L von 4 Loth im Gleichgewichte stehen werden.

§. 95. Will man die Körper aus dem Zustande des Gleichgewichtes in den der Bewegung bringen, so darf man nur einem derselben ein kleines Uebergewicht beilegen, wodurch die Bewegung sogleich erfolgen wird. Erhält das Gewicht L im Versuche (Fig. 81) eine kleine Beilage, so wird dieses sogleich sinken, und das Gewicht K emporheben, wo die Steigung um so schneller vor sich gehen wird, als dasselbe weiter vom Ruhepunkte C entfernt ist. Ist AC' zweimal so groß als CB, so ist auch die Geschwindigkeit von AC' zweimal größer, als die bei AC; daher die Geschwindigkeiten sich wie die durchlaufenen Räume verhalten. Da, um den Gleichgewichtsstand zu erhalten, bei K' eine zweifach größere Kraft erfordert wird, als bei K, so ist es auch offenbar, daß man, um eine zweifach größere Geschwindigkeit zu erhalten, auch eine zweifach größere Kraft anwenden müsse, welches das Gesetz, daß man nie an Kraft und Zeit zugleich gewinnen könne, deutlich dargestellt.

Von der Rolle.

§. 96. Eine kreisförmige Scheibe, die sich um ihren Mittelpunkt drehen läßt, nennt man eine Rolle. Am Rande dieser Scheibe, wird eine Aushöhlung gemacht, damit das Seil, das über dieselbe hinläuft, nicht

abgleite. Die feste Achse oder der Ruhenagel steckt gewöhnlich in einem Kloben, zwischen welchem die Rolle herumbewegt wird. Ist dieser Kloben irgendwo befestiget, so daß er sich mit der Rolle nicht bewegen kann, so nennt man dieß eine unbewegliche Rolle. Wenn man bei dieser Rolle durch den festen Punkt C (Fig. 93) eine gerade Linie AB zieht, wo in A die Kraft, und in B die Last angebracht ist, so hat man einen Hebel der ersten Art. Da hier die beiden Arme gleich lang sind, so muß die Kraft eben so groß seyn, als die Last, wie auch der Versuch zeigt, und man hat dabei nur den Vortheil, daß man der Last eine bequemere Richtung geben kann, um sie dorthin zu bewegen, wo man will. Die Kraft bleibt hier immer die nämliche, sie mag auf die Rolle unter was immer für einen Winkel wirken. Denn wirkt die Kraft schief, so entsteht ein Winkelhebel, der wegen der gleichen Länge der Halbmesser in der Scheibe den nämlichen Gesetzen, wie der gleicharmigte, unterliegt, und also diesem vollkommen gleich ist.

§. 97. Ist die Rolle so eingerichtet, daß sie sich sammt der Last fortbewegt, so heißt dieß eine bewegliche Rolle (Fig. 94). — In dieser ist bei D das Seil befestigt, die Last L hängt an der Hülse der Rolle, und wird durch die Kraft K in die Höhe gezogen. — Die bewegliche Rolle kann als ein Hebel der zweiten Art betrachtet werden; denn, wenn man durch den Mittelpunkt dieser Rolle eine Linie AB zieht, und bei D einen festen Punkt annimmt, an dem das Seil BD befestiget ist, die Kraft aber nach K setzt, die die Scheibe aufwärts zu ziehen strebt, so kann man B als einen festen Punkt ansehen, wo die Last sich zwischen der Kraft K und dem Ruhepunkte B befindet, daher bei dieser Vorrichtung die Hälfte an Kraft gewonnen wird, wie auch

die Versuche bestätigen. Dagegen geht eben so viel an der Zeit verloren, indem hier die Schnüre doppelt so lang, als bei der Rolle der ersten Art seyn müssen, und so eine doppelte Zeit nöthig ist, bis die Last auf die nämliche Höhe, wie bei der Rolle der ersten Art, gebracht werden kann. Hier ist es nicht mehr gleichgiltig, wie die Kraft auf die Rolle wirket; denn ist die Richtung der Kraft K schief auf AB, so entsteht dadurch ein anderer Hebel, daher in diesem Falle an der Kraft etwas verloren geht. Ist man mit der Hälfte des Gewinnstes an Kraft nicht zufrieden, so kann man mehrere Rollen miteinander verbinden, wovon weiter unten von der Zusammensetzung der einfachen Rüßzeuge gehandelt wird.

Von dem Rade an der Welle.

§. 93. Das Rad an der Welle ist ein Zylinder, der um seine Achse entweder durch ein Rad, oder eine Kurbel gedreht wird, und dadurch die Last, die mittelst eines Seiles an dem Zylinder befestigt ist, erhoben werden kann. Steht dieser Zylinder senkrecht auf der Oberfläche des Bodens, so heißt er ein Zug oder Göpel (Fig. 95); liegt er aber wagrecht, so wird er eine Winde oder Haspel (Fig. 96) genannt. Ist das Rad an dem äußern Rande ausgehöhlt, so daß eine Schnur darin laufen kann, so nennt man es ein Scheibenrad (Fig. 97). Wenn an dem Rande des Rades Zähne angebracht sind, so heißt dieses ein Sternrad (Fig. 98), laufen die Zähne parallel mit der Welle, so ist dieses ein Kronrad (Fig. 99). Bei großen Maschinen, wie bei Mühlen, kommen noch andere Arten von Rädern vor. Sind die Räder an den äußersten Enden mit

Schaufeln versehen, so daß sie durch das Wasser können getrieben werden, so nennt man sie Wasserräder. Befinden sich an dem äußern Rande des Rades, oder an der Stirne Kämme, so heißen sie Stirnräder. (Fig. 100.) Stehen die Kämme mit der Welle in einer parallelen Richtung, so sind dieß Kammräder. (Fig. 101.) Die Kamm- und Stirnräder werden gewöhnlich durch kleinere Räder getrieben, die man deßwegen Getriebe oder Trillinge nennt, und die aus zwei Scheiben bestehen, in welchen die Triebstöcke befestigt werden. Sind die Triebstöcke bloß in ein Stück eines Wellbaums eingelassen, so ist dieß ein Kumpf. (Fig. 102.)

§. 99. Das Rad an der Welle (Vers. Fig. 103) kann als ein Hebel der ersten Art angesehen werden, wo der Ruhepunkt C in der Mitte des Rades, die Kraft an den Hebelmesser AC des Rades, und die Last an dem Halbmesser CD der Welle angebracht ist, woraus ein ungleicharmiger Hebel der ersten Art entsteht. Ist der Halbmesser der Welle CD als der kürzere Hebelarm sechsmal in dem Halbmesser AC als den längern Hebelarm enthalten, so kann auch durch die Kraft bei A eine sechsmal größere Last bei D überwunden werden, wie auch der Versuch zeigt, daher auch die statischen Momente einander gleich sind, d. i. K × AC = L × CD, woraus wieder die unbekannten Größen leicht gefunden werden können. Setzt man diese Gleichung in eine geometrische Proportion, so erhält man K : L = CD : AC, d. h. es verhält sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft zur Last, wie der Radius der Welle zum Radius des Rades. Wäre eine Kraft an irgend einem Punkte der Peripherie angebracht, und diese wirkte rechtwinklicht, so hätte man einen Winkel-

hebel, der dieselbe Wirkung hervorbringen würde. Wird daher ein Stirn= oder Kronrad durch einen Trilling bewegt, so ist es gleichviel, an welchem Punkte des Rades man denselben anbringt, indem die Länge des Hebelarmes dadurch nicht verändert wird.

§. 100. Die nämliche Bewandtniß hat es, wenn man anstatt des Rades einen Hebel durch einen Wellbaum steckt (wie Fig. 95 und 96), wo der Hebel entweder einen Hebel der ersten Art, oder einen Hebel der zweiten, als auch der dritten vorstellen kann, weil beim ersten der Ruhepunkt sich in der Mitte, beim zweiten oder dritten aber am Ende des Hebels befindet, die aber eine gleichgroße Wirkung hervorbringen. Wollte man bei dieser Vorrichtung den Abstand der Last vom Ruhepunkte genau bestimmen, so müßte zu dem Halbmesser der Welle auch noch die halbe Dicke des Seils, an dem sich die Last befindet, addirt werden.

§. 101. Die bisher beschriebenen Räder, die nur eine einfache Bewegung, nämlich nur die um ihre Achse haben, heißt man Räder der ersten Art. Diejenigen Räder, die außer der Bewegung um ihre Achse auch noch auf ihren Peripherien fortrollen, wie die Wagen= und Karrenräder, nennt man Räder der zweiten Art, und können als Hebel der zweiten Art betrachtet werden, wo der Ruhepunkt sich im Mittelpunkte der Achse bei C befindet, und die Kraft der Peripherie des Rades bei A angebracht ist. Die Last liegt hier an dem untern Punkte der Nabe bei F, auf dem die ganze Schwere der Ladung drückt (Fig. 104).

§. 102. Außer den bisherigen Rädern gibt es noch Schwungräder, die durch die Zentrifugal= oder Schwungkraft der einmal angefangenen Bewegung einen beständig gleichförmigen Nachdruck geben, der desto

grösser wird, je schwerer die an dem Umkreise angeordnete Masse ist.

Von der schiefen Fläche.

§. 103. Wenn eine Fläche eine solche Lage hat, daß sie mit einer horizontalen einen spitzigen Winkel bildet, so heißt sie eine schiefe Fläche. Es ist begreiflich, daß man eine Last leichter über eine schiefe Fläche bringen kann, als wenn dieselbe senkrecht sollte erhoben werden; weil ein großer Theil derselben während des Fortschiebens auf dieser Fläche ruhet. Je geringer die Steigung dieser Fläche ist, oder je spitziger der Winkel wird, den sie mit der horizontalen Fläche macht, einen desto größern Theil der Last wird die Fläche tragen, und eine desto geringere Kraft wird erfordert, den noch übrigen Theil der Schwere über diese Fläche fortzubewegen. Bei dieser Bewegung muß aber auch noch auf die Richtung, nach welcher eine Last über die schiefe Fläche bewegt werden soll, Rücksicht genommen werden. Ist diese Richtung parallel mit der schiefen Fläche, wie bei BC (Versuch Fig. 105), so heißt dieß eine schiefe Fläche der ersten Art; ist aber die Richtung parallel mit der Grundfläche (Versuch Fig. 106), so ist dieß eine schiefe Fläche der zweiten Art.

§. 104. Bei der schiefen Fläche der ersten Art verhält sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft zur Last, wie die Höhe zur Länge der schiefen Fläche, d. i. K : L = AC : BC, und K × BC = L × AC, woraus man wieder eine jede Größe finden kann, wenn drei davon gegeben sind. Je öfter die Höhe in der Länge enthalten ist, desto geringer darf jedesmal die Kraft seyn, wie auch die Versuche bestätigen.

§. 105. Bei einer schiefen Fläche der zweiten Art (Fig. 106) verhält sich im Stande des Gleichgewichtes die Kraft zur Last, wie die Höhe zur Basis der schiefen Fläche, d. i. K : L = AC : AB und K × AB = L × AC, woraus man ebenfalls eine jede Größe finden kann, wenn drei davon gegeben sind. Je öfter die Höhe in der Länge enthalten ist, desto geringer darf also die Kraft seyn. — Wird durch Versuche bestätigt. — Die schiefe Fläche der zweiten Art findet ihre Anwendung nur beim Keile und der Schraube.

Von dem Keile.

§. 106. Der Keil ist ein Instrument aus harter Materie gemacht, womit feste Körper auseinander getrennt werden können. Er kann entweder einfach oder zusammengesetzt seyn; im ersten Falle (Fig. 107) bilden zwei Seiten AB und AC einen rechten Winkel, daher er nur aus einer schiefen Fläche BC besteht; im zweiten Falle sind zwei schiefe Flächen BC und BD vorhanden (Fig. 108), die durch AB in zwei einfache Keile getheilt werden können. Der einfache Keil ist eine bloß schiefe Fläche der zweiten Art, wo die Kraft auf AC in der Richtung von AB wirkt. Es verhält sich auch hier K : L = AC : AB, und K × AB = L × AC, woraus sich wieder jede Größe finden läßt, wenn drei gegeben sind.

§. 107. Bei dem doppelten Keil wirkt die Kraft ebenfalls auf CD in der Richtung von AB, wobei sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft verhält zur Last, wie die Breite des Keiles zu seiner doppelten Höhe, d. i. K : L = CD : 2AB und K × 2AB = L × CD, woraus sich jede Größe finden läßt, wenn drei davon gegeben sind (Vers. Fig. 109).

§. 108. Aus der Betrachtung der beiden Keile geht hervor, daß dieselben eine desto größere Wirkung hervorbringen können, je öfter die Breite in ihrer Länge enthalten ist. Je dünner also der Keil gemacht wird, desto größer darf auch die Last seyn, die damit überwunden werden soll. Da aber die Keile theils durch den Druck, theils durch Stösse oder Hammerschläge getrieben werden, und sich die dadurch erzeugte Kraft, so wie die Reibung dieses Instruments nicht genau bestimmen läßt, so kann man auch von der obigen Theorie bei der Ausübung selten einen bestimmten Gebrauch machen.

Von der Schraube.

§. 109. Die Schraube ist ein Zylinder, über welchem eine schiefe Fläche hinaufläuft, durch die die Last, die man überwinden will, aufwärts gehoben, oder abwärts gedrückt wird. Der Zylinder, an dem sich die Schraube befindet, heißt die Spindel, und ein Theil der schiefen Fläche, der nur einmal um den Zylinder herumgeht, ein Schraubengang. Sind diese Schraubengänge an einem hohlen Zylinder angebracht, so heißt dieses eine Schraubenmutter. Wenn man eine, aus Papier geschnittene, schiefe Fläche um einen Zylinder wickelt, so kann man sich eine deutliche Vorstellung von der Entstehung der Schraube, und ihrer Aehnlichkeit mit der schiefen Fläche machen (wie Fig. 110 deutlich zeigt). Da die Bewegung der Schraube in der Richtung von AB, und also parallel mit der Grundfläche derselben geschieht, so gehört die Schraube zur schiefen Fläche der zweiten Art, wo sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft zur Last, wie die Höhe AC zur Grundlinie AB verhält, d. i. K : L = AC : AB. Setzt man die Höhe des Schraubenganges AC = h, und die Grundlinie AB

als den Umkreis oder Peripherie der Schraube = p, so hat man K : L = h : p, welches Verhältniß anzeigt, daß sich die Kraft zur Last verhalte, wie die Höhe des Schraubenganges zum Umkreis der Schraube und K × p = L × h, woraus sich die übrigen unbekannten Größen leicht finden lassen. — Wird durch den Versuch mit (Fig. 111) bestätiget. — Hier wird aber die Kraft so angesehen, als wenn sie an einem Punkte des Umkreises befestigt wäre, welches aber in der Ausübung niemals statt findet, indem dort die Schraube allemal in Verbindung mit einem Hebel vorkömmt, wovon weiter unten gesprochen werden wird.

§. 110. Je geringer also die Steigung der Schraubengänge bei gleichen Durchmessern der Schraube ist, desto größer ist die Wirkung derselben, aber auch desto mehr Zeit ist erforderlich, um die Last weiter zu bringen. Die Schraube ist eben so, wie die schiefe Fläche, einer großen Reibung unterworfen, die um so viel größer wird, als die Last sich vergrößert. Diese Reibung verursacht aber auch, daß die Last in jedem Augenblicke, wo man mit der Kraft aussetzt, stehen bleibt, welches in der Ausübung einen großen Vortheil gewährt.

Von der Anwendung der einfachen Hebelzeuge und von ihrer Zusammensetzung.

§. 111. Die bisher beschriebenen Maschinen werden entweder einfach, oder zusammengesetzt angewendet, durch welches letztere ihre Wirkung ungemein vergrößert werden kann. Der materiele oder physische Hebel ist in seiner ganz einfachen Gestalt schon ein Instrument, welches in vielen Fällen mit gutem Erfolge gebraucht wird. Die Lasten können durch ihn ziemlich

leicht bewegt, aber nicht hoch gehoben, sondern meistens nur fortgerollt werden, weil man zum Erheben derselben auf eine gewisse Höhe wieder andere Vorrichtungen nöthig hat. Zum Aufladen der Bäume bedient sich der Landmann der sogenannten Hebellade, der ein Hebel der ersten Art ist, an dem man den festen Punkt immer höher stecken kann, bis die Last die gehörige Höhe erreicht hat, die hier nicht sehr beträchtlich seyn darf. (Versuch Fig. 112.) Das Brecheisen ist ebenfalls ein einfacher Hebel, der seine Unterlage schon mit sich führt. Die Kurbeln an Rädern, die Ruder an den Schiffen, und fast alle Werkzeuge der Künstler und Handwerker sind Hebel, die theils einfach, theils in ihrer Zusammensetzung, wie die Zangen und Scheren u. s. w. gebraucht werden. Da, wo genugsame Kraft ist, und man also einen Vortheil von der Geschwindigkeit ziehen kann, findet auch öfters der Hebel der dritten Art, oder der Wurfhebel seine Anwendung, wie dieses der Fall bei Gabeln, Drischeln und Schaufeln, so wie an den Tritten der Spinnräder und Drehstühle ist.

Der Winkelhebel dient, der Kraft oder Last, oder der Bewegung überhaupt eine vortheilhaftere Richtung zu geben. Er kommt bei verschiedenen Mühlen und andern großen Maschinen zum Vorschein, und leistet oft auf eine einfache Art die besten Dienste.

§. 112. Eine fernere Anwendung von zweiarmigten Hebeln geben die Wagen, worauf das Gewicht eines Körpers bequem durch ein bekanntes Gegengewicht gefunden werden kann. Bei der Krämer- (Fig. 113) oder Schalwage sind beide Arme gleich lang, also müssen auch die Gewichte gleich groß seyn. Der Bewegungspunkt des Wagebalkens muß über dem Schwer-

punkte desselben liegen, aber sehr nahe dabei, damit sie bei einer kleiner Vermehrung des Gewichtes auf der einen Seite leicht einen Ausschlag gebe, oder sehr empfindlich sey. Im gegenseitigen Falle heißt sie eine faule Wage. Läge der Bewegungspunkt unter dem Schwerpunkte bei A (Versuch Fig. 114), so würde bei der geringsten Ungleichheit der Gewichte die Wage ganz umschlagen. Um das Reiben so viel möglich zu vermeiden, muß der Zapfen des Wagebalkens da, wo er aufgehängt wird, zugespitzt seyn, damit er nur mit wenigen Punkten die Unterlage berühre. Zur Richtigkeit solcher Wagen gehört, daß Schalen, Schnüre und Wagebalken auf beiden Seiten gleiches Gewicht, und letztere gleiche Länge haben. Bei trügerischen Wagen sind entweder die Wagebalken nicht gleich lang, oder die Wagschalen nicht gleich schwer.

§. 113. Eine Schnellwage (Fig. 115) (sonst auch Statera romana, Römerwage) ist auch ein doppelarmigter Hebel, aber von ungleichen Armen, die Last wird an den kürzern Arm gehängt, das Gegengewicht an den längern. Der letztere kann verlängert oder verkürzt werden, nachdem das Gewicht weiter oder näher vom Unterstützungspunkte entfernt hängt. Sie dient zur Abwägung großer Lasten mit demselben Gegengewichte. Die Eintheilung des Wagebalkens muß so eingerichtet werden, daß die Momente der Last und des Gegengewichts (nebst den dazugerechneten Momenten der Theile der Wage selbst) gleich bleiben. Es gibt auch Schnellwagen, wo der Ruhepunkt verschoben werden kann, dergleichen haben die Schweden (wie Fig. 115 ist). Eine hieher zwar nicht gehörige Art von Wagen ist die Federwage (Fig. 116), worin eine Stahlfeder durch ein angehängtes Gewicht zusammengedrückt, und die

Größe des Gewichts durch den Grad des Zusammendrückens auf eine Scala angegeben wird. Sie ist zwar bequem, aber wenig zuverlässig.

§. 114. Eine zusammengesetzte Hebelmaschine ist jene, in welcher zwei oder mehrere Hebel so miteinander in Verbindung stehen, daß die Wirkung, welche die Kraft K (Versuch Fig. 117) mittelst des ersten Hebels bei B hervorbringt, gleichsam als Kraft auf den zweiten, die Wirkung des zweiten bei C wieder auf den dritten als Kraft wirke u. s. w. Es gelten daher in der zusammengesetzten Hebelmaschine alle Gesetze des einfachen Hebels; denn zwei oder mehrere einfache Hebel machen in Verbindung eine zusammengesetzte Hebelmaschine aus. Ist die Maschine aus drei Hebeln zusammengesetzt, an deren jedem sich die Distanz der Last zu jener der Kraft verhält, wie 1 : 2, so kann man mit 4 Loth Kraft 32 Loth Last das Gleichgewicht halten, wie auch der Versuch an der obigen Maschine bestätigt. Mittelst mehrerer aufeinanderwirkender Hebeln läßt sich also eine sehr große Last mit sehr geringer Kraft in Bewegung setzen, weil dadurch die Distanz der Kraft um sehr viel, und beinahe ins Unendliche vergrößert werden kann. Hieraus hat der Ausspruch des Archimedes seine Erklärung, da er sagt: Gebt mir einen festen Punkt außer der Erde, und ich will die Erde in Bewegung setzen.

§. 115. Es lassen sich auch zwei unbewegliche Rollen so zusammensetzen, daß dadurch ein wirklicher Gewinnst an Kräften entsteht, wo die größere Rolle mit der kleinern in fester Verbindung (Fig. 118) steht, und wo sich im Stande des Gleichgewichts die Kraft zu der Last verhält, wie der Halbmesser CD zum Halbmesser AC, d. i. wie 1 : 2. Man sieht leicht ein, daß die

Zusammensetzung ein Rad an der Welle vorstellt, und sich daher nach den nämlichen Gesetzen richtet, die schon früher bei diesem Gegenstande entwickelt wurden.

§. 116. Die bewegliche Rolle läßt sich bequem beim Aufziehen von großen Lasten anwenden, wodurch die Hälfte an Kraft gewonnen wird. Ist man aber mit der Hälfte des Gewinnstes an Kraft nicht zufrieden, so bringt man mehrere bewegliche Rollen miteinander in Verbindung, welches auf eine doppelte Art geschehen kann, indem man nämlich jeder Rolle ein besonderes Seil gibt, oder alle Rollen mit einem einzigen Seile in Verbindung setzt. Im ersten Falle hat man eine Rollenmaschine (Versuch Fig. 119), und im zweiten einen Flaschenzug (Fig. 120). Bei der Rollenmaschine werden die Stricke an den festen Punkten A, B, C befestiget, und bei D eine unbewegliche Rolle angebracht. Die unterste Rolle M, an welche die Last befestiget ist, wird von der Rolle N getragen, und diese wieder von der Rolle O. Diesem zu Folge mache man aus den einfachen Verhältnissen jeder einzelnen Rolle das zusammengesetzte Verhältniß. Besteht eine solche Rollenmaschine aus drei beweglichen Rollen, so kann man mit 1 Loth Kraft 8 Loth Last das Gleichgewicht halten, womit auch der Versuch an eben dieser Rollenmaschine übereinstimmt. Ist die Last und die Anzahl von Rollen gegeben, und man verlangt die Kraft zu wissen, so darf man nur die Last durch so vielmal 2 dividiren, als man bewegliche Rollen hat. Besteht die Maschine aus drei beweglichen Rollen, und ist die Last $= 8$ Loth, so hat man $\frac{8}{2 \times 2 \times 2} = 1$ Loth Kraft nöthig, um das Gleichgewicht zu erhalten. Der Flaschenzug ist gewöhnlich aus 4 bis 6 Rollen zusammengesetzt,

wovon nur die zwei oder drei untern beweglich sind, die obern zwei oder drei aber zur Verbindung des Seiles dienen. Sowohl die beweglichen als unbeweglichen Rollen sind in eine besondere Hülse zusammengefaßt, die man Flasche nennt. An die untere Flasche wird die Last befestiget, und gegen die obere durch die Kraft aufwärts gezogen. Man gewinnt also bei zwei beweglichen Rollen das Vierfache, und bei drei das Sechsfache an Kraft, also ebensoviel, als die Anzahl der Stricke, die eben so viele, als Rollen seyn müssen, wie der Versuch an obiger Maschine deutlich zeigt. — Um also die Kraft zu finden, die nöthig ist, einer gegebener Last das Gleichgewicht zu halten, darf man nur die Last mit der Anzahl von Rollen oder Stricken dividiren. Nennt man die Zahl der Rollen n, so verhält sich K:L = 1 : n, d. h. die Kraft verhält sich zur Last, wie die Zahl 1 zur Anzahl der Rollen, woraus K × n = L entsteht. Sucht man die Anzahl von Rollen, so hat man $n = \frac{L}{K}$ und verlangt man die Kraft, so ist $K = \frac{L}{n}$, wornach man allemal die Rechnung ansetzen kann. Beispiele in der Vorlesung.

§. 117. Bei der wirklichen Bewegung kommt jedoch noch die Steife der Seile und die Reibung der Zapfen in Anschlag, daher die Kraft um dieses verstärkt werden muß. Vergleicht man die Rollenmaschine mit dem Flaschenzuge, so findet sich, daß mit der erstern bei einer gleich großen Kraft, und gleicher Anzahl von Rollen, eine noch so große Last kann gehoben werden, als bei der zweiten, weil bei der ersten alle Rollen beweglich sind, bei der zweiten aber nur die Hälfte bewegt werden kann. Doch läßt sich der Flaschenzug immer am zweckmäßigsten gebrauchen.

Gebrauch und Zusammensetzung des Rades an der Welle mit dem Hebel, dem Flaschenzuge und mit sich selbst.

§. 118. Die geringe Höhe, auf welche die Lasten durch die zusammengesetzten Hebel gebracht werden können, ist Ursache, daß dieselben nur selten in Anwendung kommen; indem in den meisten Fällen die Last höher gehoben werden muß, als es mit den Hebeln möglich ist, daher man sich in diesen Fällen größtentheils des Rades an der Welle bedient. Der Gebrauch dieses Rades kommt übrigens noch bei den wichtigsten Werken der Mechanik, und besonders bei allen Arten von Mühlen vor, wo diese Räder durch eine andere Vorrichtung ersetzt werden können. Bei dem Gebrauche des Rades tritt noch der Vortheil ein, daß die Kraft immer rechtwinklicht gegen die Last wirken kann, welches beim Hebel nicht der Fall ist, indem sich seine Richtung jeden Augenblick verändert.

§. 119. Durch die Zusammensetzung des Rades an der Welle, z. B. bei Treträdern mit Hebeln, läßt sich mit geringer Kraft eine große Last im Gleichgewichte erhalten, wie der Versuch (Fig. 121) beweiset, wo das Verhältniß des Radius der Welle zum Radius des Rades wie 1 : 4, und das Verhältniß des Hebels wie 1 : 12 ist. Eine solche zusammengesetzte Maschine ist auch (Fig. 122), wo das Verhältniß des Radius der Welle zum Radius des Rades 1 : 2, und das Verhältniß des Hebels wie 1 : 16 ist, daher man hier mit 6 Loth Kraft eine Last mit 6 Pfund im Gleichgewichte erhalten kann, wie der Versuch deutlich zeigt. Verbindet man das Rad an der Welle mit dem Flaschenzuge, wovon das Verhältniß des Radius der Welle zum Ra-

dius des Rades wie 1 : 4 ist, so kann man eine Last von 2 Pfund mit 4 Loth im Gleichgewichte erhalten. (Fig. 123.) — Verbindet man mit der beweglichen Rolle das Rad an der Welle, wie dieses bei den bekannten Kran der Fall ist, so hat man ebenfalls eine zusammengesetzte Maschine, wobei man, wenn das Verhältniß des Radius der Welle zum Radius des Rades wie 1 : 6 ist, eine Kraft von 1½ Loth nöthig hat, um eine Last von 18 Loth im Gleichgewichte zu erhalten, wie (Fig. 124) deutlich zeigt.

§. 120. Durch die Zusammensetzung mehrerer Räder läßt sich in der Ausübung eine ungemeine Kraft hervorbringen, die aber nach dem allgemeinen Gesetze um so langsamer wirkt, als die Zahl der Räder zunimmt. Bei dieser Zusammensetzung von mehreren Rädern ververhält sich im Stande des Gleichgewichtes die Kraft zur Last, wie das Produkt aus den Halbmessern der Wellen zum Produkte der Halbmesser der Räder. Ist also das Verhältniß so einer zusammengesetzten Maschine von drei Rädern wie 1 : 5, 1 : 7, 1 : 8, und ist die Last = 280 Loth schwer, so kann man mit 1 Loth Kraft 280 Loth Last das Gleichgewicht halten, wie auch der Versuch an dieser Rädermaschine (Fig. 125) zeiget. So wie man mit 1 Loth Kraft 280 Loth Last erhalten kann, so muß bei wirklicher Bewegung die Kraft durch 280 Schuh gehen, während die Last nur einen Schuh bewegt wird. Man verliert dabei auch hier an Raum und Geschwindigkeit, was man an Kraft gewinnt.

§. 121. Bei vielen Maschinen wird auch auf die Geschwindigkeit gesehen, die man durch die Räderwerke hervorbringt, in welchem Falle eine besondere Rücksicht auf die Verhältnisse der Durchmesser der Räder zu den

Durchmessern der Getriebe genommen werden muß. Soll das kleinere Rad oder ein Getriebe dreimal umgehen, bis das größere einmal umgeht, so muß auch der Durchmesser oder Halbmesser des kleinern Rades dreimal in den Durchmesser oder Halbmesser des größern Rades enthalten seyn, wodurch in dem kleinern Getriebe eine dreimal größere Geschwindigkeit entsteht (wie Fig. 97 zeigt). Eben dieses ist auch bei Rädern mit Kämmen oder Trillingen der Fall, wo auch die Anzahl der Triebstöcke eben so oft in der Anzahl der Kämme enthalten seyn muß, als der Durchmesser des Getriebes in dem Durchmesser des Rades.

§. 122. Bei zusammengesetzten Räderwerken findet man die Geschwindigkeit des letzten Rades, wenn man das Produkt aus den Zähnen oder Kämmen der Räder durch das Produkt aus den Triebstöcken der Getriebe dividirt. Besteht eine solche Maschine aus zwei Rädern und zwei Getrieben, wovon das erste Rad 48 Zähne und 6 Triebstöcke, das zweite Rad 60 Zähne und 6 Triebstöcke hat, so wird sich der Trilling des ersten Rades 8omal umdrehen, während sich das zweite Rad nur einmal umdreht, wie die Versuche an obiger Rädermaschine (Fig. 125) deutlich zeigen. Mehr hierüber in der Vorlesung.

§. 123. Außer den bisherigen Rädern der ersten Art sollen hier auch noch die der zweiten Art in Betrachtung gezogen werden, die ihre Anwendung fast durchgängig bei dem Fuhrwesen finden, wo sie theils zu ein- oder zweiräderigen, theils zu vierräderigen Wagen angewendet werden. Die einräderigen, der Schubkarren, so wie die zweiräderigen Wagen stellen Hebel der zweiten Art vor, wo bei B (Fig. 126) die Kraft, bei A die Last, und bei C der Ruhepunkt sich befindet, da

man sich die Last A in L, als in ihrem Schwerpunkte konzentrirt vorstellen kann, so ist es offenbar, daß dieselbe desto geringer wird, je mehr dieser Punkt gegen C vorwärts gerückt werden kann, welches man daher beim Aufladen wohl bemerken soll. Auch der vierräderige Wagen (Fig. 127) kann als ein Hebel der zweiten Art betrachtet werden, wo die Kraft bei B, die Last bei A, und der Ruhepunkt bei C sich befindet. Da die vordern Räder wegen des Umwendens immer etwas kleiner seyn müssen, als die hintern, so ist es auch hier besser, wenn die Last mehr gegen die hintern größern Räder gelegt wird. Ueberhaupt sind große Räder immer vortheilhafter, als kleine, weil bei den größern wegen der längern Hebeln die Last leichter überwunden werden kann, und diese wegen ihrer größern Peripherie nicht so tief in den Boden einfallen, wie die kleinern, daher sie auch die Ungleichheiten des Bodens, die dem Fuhrwesen die größten Hindernisse entgegensetzen, leichter überwinden können, und also auch dem Stossen weniger unterworfen sind. Außerdem bewegen sich die größern Räder langsamer um ihre Achse, und verursachen dadurch auch keine große Reibung, welches vorzüglich bei großen Lasten wohl in Betrachtung zu ziehen ist. — Was die Felgen der Räder betrifft, so sind die breiten für die Strassen weit vortheilhafter, als die schmalen, indem sie weniger in den Boden einschneiden, und daher auch in vielen Fällen eine geringere Reibung verursachen. Von den Erfahrungen der Fuhrleute hierüber in der Vorlesung.

§. 124. Was den Gebrauch und die Zusammensetzung der schiefen Fläche, des Keils, der Schraube betrifft, so ist Folgendes hiebei zu bemerken:

1) Beim Herausziehen der Schiffe aus dem Waſſer

Bayerische Staatsbibliothek München

läßt sich die schiefe Fläche in Verbindung mit einer Winde sehr vortheilhaft anwenden, wie der Versuch (Fig. 128) zeigt.

2) Der Keil kömmt fast immer mit den Hebeln in Verbindung, wodurch die verschiedenen Instrumente entstehen, die bei allen Künsten und Handwerken ihre Anwendung finden. Dergleichen sind: die Scheeren, die Messer, Beile, Stemmeisen und andere schneidende und spitzige Instrumente.

3) Der Gebrauch der Schraube ist sehr ausgedehnt, und kommt bei verschiedenen kleinen Gegenständen, die miteinander in Verbindung gebracht werden sollen, wie bei Schlössern an Thüren, bei Uhren und solchen Dingen vor, die eine starke Befestigung bei einem geringen Raume erfordern. Ebenso bedient man sich derselben bei dem sogenannten Schraubenstocke, der fast bei allen Eisen- und Metallarbeiten gebraucht wird. Im Großen dienen die Schrauben zum Pressen, und zum Glätten des Papiers bei Papiermühlen, zum Auspressen des Weines, zum Prägen der Münzen, und zu den Arbeiten der Zimmerleute, um gesunkene Gebäude wieder aufrecht zu stellen.

Bei der Buchbinderpresse ist die Mutterschraube beweglich, daher an beiden Seiten Handhaben geschnitten werden, die als Hebel zur bessern Befestigung dienen. Die gewöhnliche Zusammensetzung der Schraube ist die mit dem Hebel, dem man eine solche Länge gibt, als es die Stärke der Schraube leidet, oder der vorhabende Gebrauch fordert. Von der Berechnung dieser Zusammensetzung Versuch (Fig. 129 A, B) in der Vorlesung.

4) Eine andere Zusammensetzung der Schraube ist noch die mit einem Stirnrade, wo die Schraube in die Kämme des Rades greift, und bei jeder Umwendung der Kurbel das Rad nur um einen einzigen Kamm oder Zahn vorrückt. Diese Vorrichtung nennt man eine Schraube ohne Ende, oder die Schraube des Archimedes, ihres Erfinders, die zwar eine ungemeine Kraft besitzt, die Last aber auch nur sehr langsam bewegt, daher man sie nur da anwendet, wo keine große Geschwindigkeit, sondern eine stille Bewegung ohne Schwanken und Stossen nothwendig ist, wie dieses bei den Wagenwinden, und einigen andern Werkzeugen der Fall ist. Die Zähne der Kämme des Rades müssen eine schiefe Lage erhalten, so daß sie gehörig in die Schraube eingreifen. Von der Berechnung und der Zusammensetzung dieser Maschine (Fig. 130) in der Vorlesung.

Von den Hindernissen der Bewegung.

§. 125. Hindernisse der Bewegung sind die Reibung, der Widerstand flüssiger Materien, und bei Maschinen die unvollkommene Biegsamkeit der Seile. Reibung, Frikton rührt her von kleinen Erhöhungen und Vertiefungen auf der Oberfläche der Körper, welche bei der Bewegung übereinander weggehen müssen. So bleibt ein Buch auf einem schregen Pulte liegen, von dem es sonst, wie jeder Körper, auf einer schiefen Ebene herabsinken müßte, wenn die Oberflächen des Buches und des Holzes nicht etwas rauh wären.

§. 126. In mehreren Fällen ist die Friktion dem Zwecke zuwider, und man sucht sie zu vermindern, z. B.

bei der Bewegung von Maschinen, bei dem Fahren mit Wagen und Schlitten u. dgl. In vielen andern Fällen ist sie auch oft sehr nützlich. Wäre keine Friktion, und wären alle Oberflächen vollkommen glatt, so würde keine Sache fest stehen; die geringste Bewegung der Luft würde die Körper über den Boden hingleiten machen, wie man es z. B. einigermaßen auf einer Eisfläche sieht, wo doch immer noch einige Friktion statt findet. Beim Keil, bei der Schraube, beim Zubinden mit Stricken u. dgl. ist Friktion meistens gerade das, was man wünscht.

§. 127. Wie viel die Friktion betrage, darüber läßt sich im Allgemeinen nicht wohl etwas bestimmen. Gemeiniglich schätzt man sie gleich einem Dritttheil des Druckes. Es kömmt aber dabei so sehr auf die Materien der Körper, auf die Beschaffenheit ihrer Oberflächen an, daß dieß nur eine ungefähre Bestimmung ist. Größerer Druck und größere Flächen vermehren die Friktion.

§. 128. Körper von einerlei Art reiben sich gemeiniglich stärker aneinander, als Körper von verschiedener Art; auch selbst die Lage der Körper übereinander macht eine Verschiedenheit. Stahl reibt sich am stärksten auf Stahl, weniger auf Kupfer, noch weniger auf Messing; daher man bei Maschinen gerne stählerne Achsen in messingenen Büchsen oder Vertiefungen laufen läßt, z. B. bei Uhren, auch bei Wagenrädern. Buchenholz reibt sich am stärksten auf Buchen, weniger auf Fichten, noch weniger auf Eichenholz. Harte Hölzer reiben sich weniger, weil sie besser polirt werden können, und nicht so leicht Vertiefungen in ihnen eingedrückt werden.

§. 129. Um die Friktion zu vermeiden, bedient man sich mehrerlei Mittel:

1) Wählt man solche Materien, die sich der Erfahrung nach am wenigsten reiben,
2) läßt man die Körper vermittelst zwischengelegter Walzen übereinander wegrollen, statt sie übereinander zu verschieben,
3) bringt man flüssige und schlüpfrige Materien zwischen die Körper, als Oehl, Seife, Theer, Fett u. dgl.

§. 130. Das zweite Hinderniß der Bewegung, der Widerstand flüssiger Materien, worin sich ein Körper bewegt, richtet sich nach drei Stücken:

1) Nach der Dichtigkeit der flüssigen Materie, daher ein Körper schwerer durch Wasser als durch die Luft zu bewegen ist;
2) nach der Größe der Fläche, die bei der Bewegung dem Widerstande ausgesetzt ist, daher gibt man Schiffen, die schnell segeln sollen, eine vorne zugespitzte Gestalt, um das Wasser leichter zu durchschneiden;
3) nach der Geschwindigkeit, mit welcher der Körper bewegt wird.

Durch den Widerstand, welchen das Wasser leistet, wird das Schwimmen und Rudern möglich; durch den Widerstand der Luft das Fliegen der Vögel. Durch letztere wird, wie schon früher erwähnt wurde, die Geschwindigkeit fallender Körper aufgehalten, und die Bahn geworfener Körper geändert, welche sonst eine Parabel seyn müßte; auch gründet sich auf den Widerstand der Luft der Fallschirm, der unlängst erfunden wurde, um sich von einer großen Höhe unbeschädigt herabzulassen.

V. Kapitel.

Vom Gleichgewichte und der Bewegung flüssiger Körper.

§. 131. Obschon die flüssigen Körper den allgemeinen Gesetzen der Schwere unterworfen sind, so bestimmt doch der eigentliche Zustand ihres schwachen Zusammenhangs für ihr Gleichgewicht ganz besondere Gesetze. — Man untersucht hier, als in der eigentlichen Hydrostatik, nur die Erscheinungen, welche tropfbare Flüssigkeiten, vermöge ihrer Schwere, im Gleichgewichte hervorbringen; die elastischen Flüssigkeiten, Luft u. dgl. werden in der Folge einzeln betrachtet. Andere Theile, die aber zur angewandten Mathematik gehören, sind die Hydrodynamik, die Lehre von der Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten, und die Hydraulik, die Lehre von den Maschinen, welche entweder das Wasser bewegen, oder von dem Wasser bewegt werden.

§. 132. Bei den festen Körpern läßt sich wegen der Stärke ihres Zusammenhanges ein gemeinschaftlicher

Schwerpunkt annehmen und beweisen (wie schon bei der Lehre vom Schwerpunkte gelehrt wurde). Bei einem flüssigen Körper aber kann man dieß wegen des so äußerst geringen Zusammenhangs seiner Theile nicht thun, sondern man muß ihn vielmehr als eine Menge von einzelnen Theilen ansehen, welche wegen ihres schwachen Zusammenhangs unabhängig voneinander ihre Schwere durch Fallen oder Drucke äußern, oder wo jedes noch so kleine Theilchen seinen eigenen Schwerpunkt hat. Erfahrungen hierüber.

Von dem Drucke gleichartiger flüssiger Körper.

§. 133. Die vorzüglichsten Gesetze sind folgende:

1) In einem gleichartig flüssigen Körper wird der Druck der obern Theilchen auf die senkrecht darunter liegenden in jeder Horizontalschichte ganz allein aus der Höhe der Wassersäule bestimmt, welche die senkrecht daraufliegenden Theile gestalten, und daher desto größer seyn, je höher die darüber stehende Wassersäule ist, weil vermöge der Natur der flüssigen Materie nur die senkrecht darauf liegenden Theile auf die untern Theile als ihren Untersatz drücken, und die Wirkung der Schwere äußern. Wird durch den Versuch (Fig. 131) veranschaulicht.

Was hier vom Wasser gesagt wird, gilt von jeder tropfbaren Flüssigkeit. Man nimmt das Wasser nur vorzugsweise, weil es in größter Menge vorhanden, und am leichtesten zu den Versuchen zu haben ist.

2) Die festen Körper drücken bloß nach der Richtung der Schwere abwärts, da hinge-

gen die flüssigen ab-, aufwärts und auf die Seiten drücken, und zwar so, daß in einer jeden Horizontalschichte der Druck von allen Seiten gleich ist; indessen rührt diese Wirkung auch aufwärts und auf die Seiten von der Schwere her, wie Beobachtungen und folgende Versuche mit (Fig. 132, 133 u. 134) deutlich zeigen.

3) Um die Größe des Druckes eines gleichartigen flüssigen Körpers auf den Boden des Gefäßes zu bestimmen, hat man auf die Höhe des im Gefäße enthaltenen Flüssigen, als auch auf die Grundfläche des Gefäßes Acht zu geben; denn die Erfahrung lehrt, daß der Druck flüssiger Materien auf den Boden desto größer sey, je höher das Flüssige über dem Boden steht, und je größer die Grundfläche des Bodens ist, desto größer muß auch nothwendig der Druck des Flüssigen auf diesen Boden seyn. In Gefäßen also von gleicher Grundfläche, worin das Flüssige gleich hoch steht, ist auch der Druck gleich, es mögen die Gefäße, worin sich das Flüssige befindet, eine Gestalt haben, welche sie wollen, wie die Versuche mit drei Bechern von beweglichen gleichen Grundflächen und gleicher Höhe (Fig. 135) deutlich zeigen. Sind aber in Gefäßen ungleichartige Flüssigkeiten enthalten, so wird die Größe ihres Druckes auf den Boden allgemein bestimmt, wenn man das Produkt aus der Höhe und Grundfläche noch mit ihrem spezifischen Gewichte multiplizirt. Beispiele in der Vorlesung.

3) Um zu bestimmen, wie stark eine flüssige Masse auf einen Theil der Seitenwand

des Gefäßes drücke, hat man wieder auf die Höhe der in derselben befindlichen Flüssigkeit von dem Theile der Seitenwand, dessen Druck man wissen will, bis zur Oberfläche des Flüssigen Acht zu geben, und dieselbe mit der Fläche des gedrückten Theiles zu multiplizieren; das Produckt gibt den Druck des Flüssigen auf den Theil der Seitenwand hin.

Der Druck auf den Seitenwänden der Gefäße ist daher auch immer größer, je tiefer der Theil der Seitenwand unter dem Flüssigen steht, daher muß das Flüssige tiefer unten in dem Gefäße mit größerer Gewalt herausfahren, und mit abnehmender Höhe auch die Geschwindigkeit des hervorspringenden abnehmen, wie auch der Versuch mit (Fig. 136) zeigt.

Auf eben diese Art bestimmt man den Druck eines Stroms gegen eine Schleuße, wobei überdieß noch die Geschwindigkeit des Wassers in die Rechnung kommen muß, welche Geschwindigkeit man findet, wenn man einen kleinen schwimmenden Körper ins Wasser wirft, ihn mit dem Strome fortschwimmen läßt, und nachher mißt, wie viel Fuße er in einer Minute oder Sekunde zurückgelegt hat. Gleichfalls sieht man ein, daß das Auslaufen des Wassers nichts anders, als eine abnehmende Geschwindigkeit haben kann; denn, weil die Wassersäulen stets niedriger werden, so wie das Wasser mehr und mehr auslauft, so muß ihr Druck gegen die niedrigeren Theile auch abnehmen, und dadurch ein langsameres Auslaufen des Wassers verursachen.

Durch genaue Versuche hat man gefunden, daß die in einem und demselben Zeitraum ausgelaufenen Quantitäten Wasser sich gegeneinander verhalten, wie die

Quadratwurzeln aus den Höhen des Wassers über den verschiedenen Oeffnungen.

Die Wirkung des Wassers durch den Druck und den Stoß sieht man bei den Wassermühlen, bei ober- und unterschlächtigen Rädern. Die ersten werden durch den Fall des Wassers auf sie und durch die Wirkung des Gewichtes desselben in Bewegung gesetzt; die letzteren hängen über dem Wasser, und werden durch die Bewegung des Wassers in Gang gesetzt, obgleich auch bei ihnen das Wasser zuweilen durch sein Gewicht wirkt. Versuche hierüber in der Vorlesung.

Von dem Gleichgewichte gleichartiger und ungleichartiger Flüssigkeiten.

§. 134. Die vorzüglichsten Gesetze sind folgende:

1) Damit eine gleichartige flüssige Materie in einem Gefäße ruhig stehen, oder im Gleichgewichte seyn könne, muß die oberste Fläche derselben eben und wagrecht seyn, denn nur in der wagrechten und ebenen Stellung der obersten Flächen haben alle Säulen des Flüssigen gleiche Höhe, und also gegenseitig gleichen Druck, welcher die Ruhe oder das Gleichgewicht bewirkt. — Die ebene oder wagrechte Lage einer Flüssigkeit läßt sich auch sehr leicht aus der Natur der Flüssigkeit erklären. Beispiele in der Vorlesung.

2) In zweien oder mehreren kommunizirenden Röhren oder Gefäßen halten sich gleichartige Flüssigkeiten nur unter gleicher senkrechter Höhe das Gleichgewicht, es mögen die Röhren oder Gefäße von was immer für einer Gestalt und Neigung seyn, auch

wenn sie von ungleicher Weite sind.— Wird durch unmittelbare Versuche mit verschiedenartig kommunizirenden Röhren und Gefässen (Fig. 137, 138, 139, 140) bewiesen. (Sind die Röhren von Glas, so dürfen sie, wegen der Cappillaratraktion, nicht zu eng seyn.)

Die Nothwendigkeit dieser Erscheinung läßt sich leicht einsehen, wenn man sich alle miteinander verbundene Behältnisse als ein und dasselbe Gefäß denkt, was sie auch in der That sind. Denn ein Gefäß wird dadurch nicht zu zweien oder mehreren, wenn zwischen den Wänden desselben feste Körper zur beliebiger Tiefe eingetaucht werden. Nur dann erst, wenn zwischen dem einen Theile der enthaltenen Flüssigkeit und dem andern die Gemeinschaft ganz aufgehoben wird, verwandelt sich das Gefäß in zwei Gefäße. Man kann also wohl sagen, daß das Flüssige in der engen Röhre dem Flüssigen in der weiten bei gleicher Höhe das Gleichgewicht halte, man darf aber nicht außer Acht lassen, daß dieses nicht mit dem ganzen Gewicht seiner Masse gegen jenes drücke, sondern daß der Boden und die Wände der Röhre das meiste von dem Drucke derselben zu tragen haben. Ausführlicher darüber in der Vorlesung. — Gesetzt aber, es sey der eine Schenkel sehr lang, der andere aber kurz und weit, so muß man den weiten, damit das Flüssige nicht herausfließen kann, verschließen. Offenbar wird gegen die verschließende Fläche ein Druck ausgeübt werden, der so groß ist, als die Gewalt, mit der das Wasser in dem kurzen Schenkel sich zu erheben strebt. Da nun das Flüssige, z. B. das Wasser nur alsdann zu steigen aufhört, wenn es in beiden Schenkeln gleich hoch steht, so ist der Druck gegen die verschließende Fläche so groß, als das Gewicht einer Wassersäule

von der Grundfläche des kürzern Schenkels und der Höhe der Wassersäule in dem andern längern Schenkel, der die Höhe des kürzern Schenkels übertrifft. Man kann daher mit wenigem Wasser einen sehr bedeutenden Druck bewirken, wie auch die Versuche mit Wolfs anatomischen Heber (Versuch Fig. 141), und Gravesandes Blasebalg (Versuch Fig. 142) sehr deutlich zeigen. Hieher gehört auch die realische und hydraulische Presse.

Aus dieser Wirkung des Wassers kann man sich manche Erscheinungen in der Natur und im gemeinen Leben erklären, die oft als die größten Wunder angestaunt werden. Beispiele in der Vorlesung.

3) Ungleichartige Flüssigkeiten in zweien kommunizirenden Röhren halten sich das Gleichgewicht, wenn die Höhen der Flüssigkeiten im umgekehrten Verhältnisse ihrer spezifischen Gewichte stehen.

Dieß Gesetz wird durch den Versuch (Fig. 143) mit Wasser und Queckſilber, das sich seinem spezifischen Gewichte nach wie 1 : 14 verhält, versinnlicht.

§. 135. Verkürzt man den einen Schenkel einer kommunizirenden Röhre, und füllt den andern mit Wasser, so muß es aus dem kürzern herausspringen, wie die Versuche mit (Fig. 144 und 145) zeigen. Der emporspringende Wasserstrahl erreicht jedoch seine Fallhöhe nie ganz, weil manche Wassertheile schon früher zur Seite sinken, und dann nicht mehr den Druck des nachfolgenden Wassers erhalten, und auch der Widerstand der Luft einen Theil seiner Bewegung schwächt. In den meisten Fällen, wo man das Wasser zum Springen bringt, läßt man den kürzern Schenkel bis zu seiner Mündung allmählig enger und enger werden. Aber weit besser ist es, man läßt ihn von gleicher Weite,

und bedeckt ihn auf der Mündung mit einer Platte, in welche ein kleines Löchelchen gebohrt ist. Doch darf auch die Sprungöffnung die Weite der Sprungröhre nicht um ein Sechstel übertreffen, wenn der Strahl am höchsten seyn soll; denn sonst würden zu viele Wassertheile auf die Seiten fallen, auf welche der Druck von unten nicht mehr wirken könnte. Die meisten Springbrunnen (Fontainen), welche man in Städten auf öffentlichen Plätzen, in Gärten ꝛc. findet, verdanken jenen Gesetzen ihre Wirkung. Man unterscheidet sie daher unter den Namen Hydrostatische Springbrunnen von andern Fontainen, worin z. B. das Wasser wie bei dem Heronsballe und dem Heronsbrunnen, durch den gewaltsamen Druck der Luft bewegt wird. Wenn Quellen, die auf einer Anhöhe liegen, mit einem Behälter eingefaßt werden, und wenn man es von da durch Röhren (gewöhnlich unter der Erde) auf einen tiefer liegenden Platz leitet, wo man dem Ende der Röhre ein kurzes, aufrechtstehendes Röhrchenstück mit einer kleinen Oeffnung gibt, so springt das Wasser aus dieser Oeffnung beinahe bis zu der Höhe empor, welche die Oberfläche des Wassers in jenem Behälter hat. Gibt es aber in Gärten keine solche Anhöhe mit Wasser, so schafft man das Wasser durch Pumpen in ein Wasserbehältniß, und leitet aus demselben eine Röhre, die unten ein aufwärtsgehendes Röhrchenstück hat, das Wasser wird dann fast eben so hoch emporspringen, als der Wasserstand im Kasten beträgt (Versuch Fig. 146). Mehr hierüber in der Vorlesung.

Von festen und flüssigen Körpern in Verbindung.

§. 136. Die Erscheinungen, welche bei der Einsenkung der Körper in Flüssigkeiten statt haben, sind fol-

gende drei: Es kann nämlich der Körper, der in eine Flüssigkeit versenkt wird, mit dieser ein gleiches spezifisches Gewicht haben, oder sein spezifisches Gewicht kann größer, oder es kann kleiner seyn.

Die vorzüglichsten Gesetze sind folgende:

1) Wenn das Bestreben eines Körpers zu sinken nicht größer ist, als das Bestreben der Flüssigkeit, deren Raum er einnimmt, d. h. beträgt sein Gewicht nicht mehr, als das Gewicht einer dem Raume nach gleich großen Menge der Flüssigkeit, oder, ist er mit ihr von gleicher spezifischen Schwere, so wird er getragen werden, folglich an der Stelle, wo man ihn eingetaucht hat, stehen bleiben, er verliert sein ganzes absolutes Gewicht.

2) Ist der feste Körper von größerem spezifischen Gewichte, als der flüssige, so sinkt er zu Boden. Die Kraft, mit der er untergeht, heißt sein respektives Gewicht, und dieses ist dem Unterschiede seines absoluten Gewichtes weniger dem absoluten Gewichte einer dem Raume nach gleich großen Menge der Flüssigkeit gleich. Ein Körper verliert daher in einer Flüssigkeit so viel von seinem absoluten Gewichte, als eine dem Raume nach mit ihm gleich große Menge dieser Flüssigkeit wiegt. Wird durch Versuche mit der hydrostatischen Wage bestätigt (Fig. 147). Es ist daher leichter, einen Körper, der im Wasser liegt, zu heben, als wenn er sich außerhalb desselben befindet.

3) Ist hingegen der feste Körper von geringerm spezifischen Gewichte, als der flüssige, so wird er, wenn man ihn mitten in

diesen hineintaucht, aufwärtsgetrieben und schwimmt. Die Kraft, mit der er aufwärts getrieben wird, ist auch dem Unterschiede zwischen seinem absoluten Gewichte und dem der Flüssigkeit von gleich großem Rauminhalte mit ihm gleich. Der schwimmende Körper taucht sich so tief in den flüssigen ein, bis das Gewicht der aus der Stelle verdrängten Flüssigkeit dem Gewichte des Körpers gleich ist, wie auch der Versuch mit (Fig. 148) deutlich zeigt. Beispiele in der Vorlesung.

§. 137. Wenn zwei tropfbare Flüssigkeiten sich nicht chemisch miteinander vereinigen, so verhalten sie sich ebenso gegen einander, wie ein fester und flüssiger Körper; nämlich die spezifisch leichtere schwimmt auf der schwereren (z. B. Oehl auf Wasser), und die spezifisch schwerere geht in der leichtern zu Boden (z. B. Quecksilber im Wasser). Versuche mit der Elementarwelt (Fig. 149) und dem Passevin (Fig. 150) machen dieß anschaulich.

§. 138. Da es also ganz von dem Verhältnisse der spezifischen Gewichte des festen und flüssigen Körpers abhängt, ob jener in diesem schweben, untergehen oder schwimmen soll, und die spezifischen Gewichte verschiedener Körper sehr verschieden seyn können; so kann derselbe Körper in einer Flüssigkeit schwimmen, in einer andern schweben, in einer dritten untergehen. Eben so kann ein schwimmender Körper sich in verschiedenen Flüssigkeiten bis zu verschiedener Tiefe eintauchen. An dem katesianischen Teufelchen (wie schon früher gezeigt wurde) hat man ein Beispiel von einem Körper, der in derselben Flüssigkeit zum Schwimmen, Sin-

ken und Schweben mit der mannigfaltigsten Abwechslung gebracht werden kann.

§. 139. Wenn ein Körper in einer Flüssigkeit untergeht, so kann er in ihr zum Schwimmen gebracht werden, wenn sein Volumen sich hinreichend vergrößern läßt, ohne daß sein Gewicht dadurch vermehrt wird. Umgekehrt kann ein schwimmender Körper untersinken, wenn man sein Volumen verkleinert, ohne sein Gewicht zu vermindern. — Eine hohle Kugel von Metall kann im Wasser schwimmen (Pontons). Eine zusammengedrückte Blase geht unter, indessen sie aufgeblasen schwimmt. — Ein Schiff, das einen Leck bekommt, ein umgestürztes Glas sinkt unter.

§. 140. Außerdem kann ein Körper dadurch schwimmend erhalten werden, wenn man ihn mit einem schwimmenden in Verbindung bringt. Die Art der Verbindung kann sehr verschieden seyn. Schiffe, Schwimmkleider, Schwimmkörbe (Versuch Fig. 151). Ob der menschliche Körper spezifisch schwerer oder leichter als Wasser sey, ist noch nicht ganz entschieden. Nach vielfältigen und genauen Versuchen ist er wenigstens leichter, als Seewasser. Die vierfüßigen Thiere haben durch die Stellung ihres Körpers, durch die Lage ihrer Nase und ihres Maules, und durch die Art der Bewegung ihrer Füße beim Gehen einen Vortheil, im Schwimmen vor den Menschen. Wie man sich, wenn man ins Wasser fällt, ohne schwimmen zu können, retten kann, so wie auch von den Versuchen, die der Engländer Robertson über das spezifische Gewicht der Menschen angestellt hat, und über merkwürdige Beispiele von dem natürlichen Schwimmen mancher Menschen, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 141. Einen großen Vortheil gewährt das Abwägen fester Körper in flüssigen zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Körper. Am leichtesten lassen sich die spezifischen Gewichte verschiedener Flüssigkeiten dadurch bestimmen, und man hat ein eigenes Werkzeug dazu, das den Namen Aräometer führt. Es läßt sich aber ein jeder Körper, der in ihnen untergeht, und nicht von ihnen angegriffen wird, dazu gebrauchen. Der Verlust seines Gewichtes in jeder Flüssigkeit gibt das spezifische Gewicht derselben. Und vergleicht man diesen Verlust mit dem absoluten Gewichte des Körpers, so erhält man das spezifische Gewicht des flüssigen und festen Körpers. — Ueber die nöthige Vorsicht bei diesen in Ansehung der Temperatur der Flüssigkeiten in der Vorlesung.

§. 142. Man hat zweierlei Arten der Aräometer. Die einen sind mit einer Skale versehen, an welcher die Tiefe, bis zu der das Instrument in einer Flüssigkeit einsinkt, bemerkt werden kann; die andern haben ein einziges fixes Merkmal, bis zu welchem das Instrument in jeder Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht untersucht werden soll, vermittelst aufgelegter Gewichte herabgetrieben werden muß. Die erstern gewähren keine so große Genauigkeit, sind aber für den praktischen Gebrauch, wenn sie zur Prüfung einer gewissen Art von Flüssigkeit, z. B. der Salzsoolen, oder des Bieres, oder des Weingeistes, besonders eingerichtet werden, bequem. Sie führen dann auch den besondern Namen der Salzwagen, Bierwagen, Alkoholometer. (Fig. 152) ist eine Bierwage, und (Fig. 153) ein Alkoholometer. Bei den andern muß das Gewicht des Instruments selbst bekannt seyn, und dann lassen sich aus diesem und den aufgelegten Gewichten die spezifischen

Gewichte der Flüssigkeiten leicht ableiten. Die letztere Art heiß das Fahrenheitische Aräometer. Nicholson hat ihm eine Einrichtung gegeben, wodurch es auch zur Bestimmung der spezifischen Gewichte fester Körper geschickt ist (Fig. 154).

§. 143. Um die spezifischen Gewichte fester Körper zu finden, ist es am besten, sie in einerlei Flüssigkeit abznwägen. Alsdann verliert derjenige in der Flüssigkeit am meisten von seinem Gewichte, der das größte Volumen hat. Sind sie also von gleichem absoluten Gewichte, so verhalten sich ihre spezifischen Gewichte umgekehrt, wie der Verlust, den sie in der Flüssigkeit erleiden. Bei ungleichen absoluten Gewichten aber muß man diese durch den Verlust in der Flüssigkeit dividiren, um die spezifischen Gewichte zu erhalten:

1) Schwimmt ein Körper in der Flüssigkeit, in der man ihn abwägen will, so kann man seine spezifische Schwere finden, wenn man ihm so viel von einem schweren Körper anhängt, daß er untergeht, alsdann den schweren Körper allein abwägt, und dessen Verlust von dem ersten abzieht.
2) Wird ein Körper in einer Flüssigkeit aufgelöst, so muß man ihn in einer abwägen, die ihn nicht angreift.
3) Ein falscher Dukaten, der in der Luft gleiches Gewicht mit einem ächten hat, ist im Wasser leichter als dieser.

§. 144. Da sich aus dem spezifischen Gewichte der Körper ihre Dichtigkeit, und folglich ein wesentlicher Theil ihrer Beschaffenheit erkennen läßt, so haben die Physiker auf die Mittel, diese zu erforschen, allen Fleiß angewendet. Sie haben diese von vielen Körpern untersucht, und Tabellen darüber verfertiget, wobei sie

gemeiniglich destillirtes Wasser von mittlerer Temperatur zur Einheit angenommen haben. Kennt man daher das absolute Gewicht eines bestimmten Maßes Wasser, z. B. eines Kubikschuhes oder eines Kubikzolles, so kann man das absolute Gewicht anderer Körper von bestimmter Größe aus ihrem spezifischen Gewichte finden. Trüglich aber ist es, wenn man nach dem Beispiele des Archimedes aus dem absoluten und spezifischen Gewichte der einzelnen Körper, in unvermischtem Zustande, auf ihr absolutes Gewicht in der Mischung schließen will. Da es in verschiedenen Fällen oft nützlich ist, die Schwere der Körper zu wissen, so habe ich die in der Technik am meisten vorkommenden hieher gesetzt:

Platina	20,000	Steinsalz . . .	2,143
Gold	19,640	Weißer Zucker .	1,606
Queckfilber . .	14,110	Steinkohlen . .	2,240
Blei	11,352	Branntwein . .	0,936
Silber	10,552	Weingeist . . .	0,815
Kupfer	8,876	Rheinwein . .	0,999
Eisen	7,800	Rindertalg . .	0,955
Stahl	7,833	Hammeltalg . .	0,943
Zinn	7,291	Schweinschmalz .	0,954
Gem. weißer Sand	2,631	Weißes Wachs .	0,966
Gemeiner Kiesel .	2,542	Gelbes Wachs .	0,960
Holländischer Ziegelstein . . .	2,006	Baumöhl . . .	0,913
		Leinöhl	0,792
Italienischer Marmor	2,700	Terpentinöhl . .	0,792
		Burbaumholz .	1,328
Französischer Mühlstein	1,571	Ebenholz . . .	1,209
		Mahagoniholz .	1,063
Reine Kalkerde .	2,720	Gewöhnliches Eichenholz . .	1,929
Gute Gartenerde .	1,630	Eichenholz von grünem Aste . .	0,852
Gemeines Glas .	2,642		
Reines Kochsalz .	1,918		

Buchenholz . .	0,852	Weidenholz . .	0,585
Lerchenholz . .	0,845	Tannenholz . .	0,550
Erlenholz . . .	0,800	Pappelholz . .	0,383
Ahornholz . . .	0,755	Fichtenholz . .	0,300
Eschenholz . .	0,734	Korkholz . . .	0,240
Apfelbaumholz .	0,793	Reines Wasser .	1,000
Pflaumenbaumholz	0,785	Eis	0,916
Biernbaumholz .	0,616	Meerwasser . .	1,030
Haselholz . . .	0,600	Flußwasser . .	1,009
Ulmenholz . . .	0,600	Atmosphärische	
Lindenholz . .	0,604	Luft . . .	0,00125.

Wollte man z. B. die Schwere eines Kubikfußes Buchenholz nach bayerischem Maße finden, so würde der Kubikfuß 0,852 X 44 = 37,488 Pfund enthalten ꝛc.

VI. Kapitel.

Von der Luft.

§. 145. Die Luft gehört zu den elastischen Flüssigkeiten. Diese unterscheiden sich vorzüglich dadurch vom Wasser und andern tropfbaren Flüssigkeiten, daß sie sich stets auszudehnen streben, und in einen beträchtlich engen Raum zusammengepreßt werden können. Es mag daher eine größere oder geringere Quantität von Luft in einem verschlossenen Gefäße befindlich seyn, so wird sie vermöge ihrer Elastizität

1) das ganze Gefäß anfüllen,

2) nicht bloß nach unten und nach allen Seiten, sondern auch nach oben mit gleicher Stärke auf die Wände des Gefäßes drücken, wodurch sie sich wesentlich von tropfbaren Flüssigkeiten unterscheidet.

§. 146. Sie ist eine sehr feine, durchsichtige Flüssigkeit, welche unsere Erde allenthalben, wie ein Meer umgibt. Von dem Daseyn dieser Flüssigkeit können wir uns durch das Gefühl jeden Augenblick über-

zeugen, wenn wir z. B. mit der flachen Hand, oder mit einem andern flachen Körper, z. B. einem Fächer, schnell gegen das Gesicht fahren. Auch ist sie uns in beträchtlicher Höhe durch eine blaue Farbe sichtbar.

§. 147. Sie verliert weder durch vermehrte Hitze oder Kälte, noch durch Zusammenpressen ihre elastische Form. Die Luft kann durch die größte Kälte nicht in einen tropfbaren flüssigen oder festen Körper verwandelt werden. Daß ihre Elastizität auch durch große Zusammenpressungen nicht vermindert, sondern sehr vermehrt werde, lehren manche Versuche, z. B. mit der Windbüchse. Hale hatte sie in einer besonders dazu eingerichteten Compressionsmaschine in einem 1837mal kleineren Raume zusammengepreßt, als sie vorher eingenommen hatte, sie behielt aber dennoch ihre vorige elastische Form und Durchsichtigkeit. Man kann die Luft nie so weit verdichten, daß sie sichtbar würde.

§. 148. Die Luft durchdringt die meisten Körper, und findet sich daher in den feinsten Zwischenräumen des Wassers, des Holzes und andern Materien in beträchtlicher Menge. Sie läßt sich einschließen in Gefäßen von Metall, von Glas, in Blasen u. s. w. Auch kann das Herausdringen der Luft aus Gefäßen durch Kütten, Leimen, Verstopfen der Zwischenräume mit Leder, das in Oehl getaucht ist, u. dgl. verhindert werden.

§. 149. Die Luft ist flüssig, denn sie nimmt die Gestalt eines jeden Gefäßes an, in welches man sie einschließt; auch lassen sich ihre Theile nicht nur sehr leicht voneinander trennen, sondern sie fließt auch nach allen Seiten, gleichförmig fort, und strebt, wie jede andere Flüssigkeit, beständig nach dem Gleichgewichte.

§. 150. Die Luft ist schwer, sie hat ein Bestreben, sich allenthalben um die Erde anzulegen. Ohne diese ziehende Kraft der Erde würde sich die Luft ins Unermeßliche ausdehnen, und ganz von der Erde sich verlieren. So aber bildet sie die Atmosphäre, in welcher die Wolken, Nebel und andere spezifisch leichtere Körper schwimmen, und durch deren Einfluß Thiere und Pflanzen gedeihen, das Feuer brennt u. dgl. Aus dieser Schwere ist begreiflich, warum die untern Theile der Atmosphäre dichter als die obern sind. Die Dichtigkeit der Luft nimmt daher in dem Verhältnisse ab, als ihre Entfernung von der Erde zunimmt. — Hieraus läßt sich auch erklären, warum diejenigen Menschen, welche auf hohe Berge steigen, anfänglich eine gewisse Unbehaglichkeit und Aengstlichkeit empfinden.

§. 151. Da Druck und Gegendruck in der ganzen Natur einander gleich sind, so folgt, daß auch die Elastizität der untern Luft dem Drucke der obern Luft das Gleichgewicht halten müsse. Auch wird die Elastizität der Luft durch den bloßen Druck der obern oder irgend einer andern Kraft, mag er auch noch so lange dauern, nicht im geringsten vermindert, so wie dieses wohl bei manchen andern elastischen Körpern, z. B. bei Stahlfedern, die eine geraume Zeit ausgespannt sind, der Fall ist. Muschenbröck fand, daß zusammengepreßte und fünf Jahre lang verschlossene Luft nichts an ihrer Elastizität verloren hatte. Neuere Versuche haben dasselbe Resultat gegeben.

§. 152. Durch die Wärme wird die Elastizität der Luft vermehrt, durch die Kälte vermindert, wenn ihre Dichtigkeit ungeändert bleibt. Daher wird eine mit etwas Luft angefüllte und fest zugebundene Blase auf-

schwellen, wenn man sie an den heißen Ofen hängt, und endlich zerplatzen.

Ein mit Luft angefülltes gläsernes Gefäß, welches ganz zusammengeschmolzen ist, wird, wenn es sehr erhitzt ist, ebenfalls zerplatzen. — Es läßt sich hieraus auch erklären, warum zwei Zimmer, welche durch eine Thüre Gemeinschaft haben, und wovon das eine geheitzt, das andere kalt ist, bald einerlei Temperatur der Luft erhalten, wenn die Thüre geöffnet wird.

§. 153. Durch Erhitzungen eingeschlossener Luft und dadurch bewirkte Vermehrung ihrer Elastizität wird die sogenannte Feuerfontaine (Versuch Fig. 155), der Wolfische Lichtbrunnen (Fig. 156) zum Springen gebracht, wie auch die Versuche deutlich zeigen.

Von dem Barometer.

§. 154. Wenn man eine Glasröhre, die länger als 28 Zolle, und nur an dem einen Ende offen ist, mit Queckſilber füllt, und dann mit dem offenen Ende in ein Gefäß voll Queckſilber setzt, so sinkt dasselbe so weit herab, daß es noch ohngefähr 27 bis 28 Zoll hoch über der Fläche des Queckſilbers im Gefäße steht. Oberhalb des Queckſilbers in der Röhre entsteht ein luftleerer Raum, und zwar völlig luftleer, wenn das Queckſilber in der Röhre vorher ausgekocht worden ist, so daß die in seinen Zwischenräumen befindliche Luft gänzlich herausgegangen, und überdieß vollkommen rein ist. — Von dem Erfinder dieses Versuches, Torrizelli, Professor zu Florenz (der Versuch wurde im Jahre 1643 gemacht), heißt sie die Torrizelliſche Röhre, und der obere luftleere Raum die Torrizelliſche Leere. — Wird durch den Versuch mit (Fig. 157) anſchaulich gemacht.

§. 155. Daß sich das Queckſilber in der Röhre auf der angegebenen Höhe erhält, ohne herabzuſinken, kommt von dem Drucke der Luft auf die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße her. Der Druck der Luft auf ein Stück von der Oberfläche des Queckſilbers, das der Grundfläche der Röhre gleich iſt, muß ſo groß ſeyn, als das Gewicht der 28 Zoll hohen Queckſilberſäule, weil er dieſem das Gleichgewicht hält.

Da das Waſſer ohngefähr vierzehnmal ſpezifiſch leichter, als Queckſilber iſt, ſo wird dasſelbe bei einem ähnlichen Verſuche ohngefähr 32 Schuh hoch ſtehen. Hieraus läßt ſich der Druck der Atmosphäre auf eine Fläche von einem Quadratſchuh berechnen, da er dem Gewichte einer Waſſerſäule von 32 Schuh Höhe, und einer Grundfläche von einem Quadratſchuh gleich iſt, d. i. der Druck der Atmosphäre iſt dem Gewichte von 32 Cubikſchuh Waſſer gleich. Da ein Cubikſchuh Waſſer nach bayeriſchem Maße 44 Pfund wiegt, ſo iſt dieſer Druck $32 \times 44 = 1408$ Pfund. Da die Luft nach allen Seiten eines Körpers gleich ſtark drückt, ſo wird ſich nach dem ſo eben gefundenen Reſultat der ganze Druck der Atmosphäre auf den Körper eines erwachſenen Menſchen beſtimmen laſſen. Die ganze Oberfläche eines ſolchen Körpers hält ohngefähr 14 Quadratſchuhe. Alſo iſt dieſer Druck der Luft gleich dem Gewichte von $14 \times 1408 = 19712$ Pfund. — Von dieſer ungeheuern Laſt würde der Körper völlig zuſammengedrückt werden, wenn ihr nicht durch die in dem Körper befindliche Luft entgegengewirkt würde. Dieſe hält wegen ihrer Elaſtizität der äußern Luft das Gleichgewicht, ſo, daß ſich Wirkung und Gegenwirkung einander aufheben, und nichts von dem äußern Drucke empfunden wird. Dieſes Gegengewicht von außen iſt zum Wohlſeyn des Menſchen ſogar nothwendig.

§. 156. Das Queckſilber in der Torrizelliſchen Röhre ſteigt und fällt von Zeit zu Zeit etwas über oder unter den Stand von 28 Grad, nachdem die Elaſtizität der Luft zu- oder abnimmt. Je reiner die Luft von Dünſten iſt, deſto mehr elaſtiſcher iſt ſie, und deſto mehr ſteigt das Queckſilber, und umgekehrt. Unter dem Aequator iſt der Barometerſtand faſt unveränderlich. Je weiter ein Ort von dem Aequator entfernt iſt, deſto mehr kann ſich der Stand des Barometers ändern. Wenn man die Torrizelliſche Röhre auf einen Berg trägt, ſo wird das Queckſilber zu ſinken anfangen, weil daſelbſt die Luft dünner wird, und daher weniger auf die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße wirkt. Aus dieſer Urſache wird es immer tiefer in der Röhre ſinken, je höher man auf den Berg ſteigt, und je dünner die Luft wird.

Weil die Verſuche mit der Torrizelliſchen Röhre nach der angegebenen Einrichtung unbequem ſind, ſo hat man ein bequemeres Inſtrument erfunden, um den zu- oder abnehmenden Druck der Luft zu beſtimmen. Dieſes iſt das Barometer (Verſuch Fig. 158).

§. 157. Wenn durch Veränderung des Windes, durch größere oder geringere Menge von Dünſten verſchiedener Luftarten, durch Wirkungen der Elektrizität und andere Urſachen in der Atmoſphäre Veränderungen erzeugt werden, ſo ſteigt oder fällt das Barometer. Im erſten Falle, zumal wenn es langſam ſteigt, wird das Wetter gewöhnlich anhaltend gut, und die Luft iſt heiter; wenn es aber langſam fällt, ſo findet häufig das Gegentheil ſtatt. (Doch müſſen dabei noch manche andere Umſtände, z. B. der Zug der Winde, in Anſchlag gebracht werden.) Aus dieſer Urſache nennt man die Barometer im gemeinen Leben auch Wettergläſer.

So wenig man sich bei Vorhersagung des Wetters allein auf den Stand des Barometers verlassen kann, so muß doch bei Wetterbeobachtungen immer darauf Rücksicht genommen werden. Uebrigens sind die gewöhnlich zum Kaufe herumgetragenen Barometer mit gedruckten Zetteln, auf welchen das Wetter angegeben ist, in dieser Rücksicht nicht sonderlich brauchbar, und stimmen auch unter einander selbst nicht überein. Von den verschiedenen Arten der Barometer wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 158. Wenn man mit einem Barometer auf einen Berg steigt, so wird das Queckſilber jedesmal ohngefähr um eine Linie fallen, so oft man 75 bis 80 Fuß in senkrechter Richtung höher gekommen ist. Daher wird es auch zu Höhenmessungen gebraucht. (Diese Angabe ist nur beinahe richtig; eine genauere Bestimmung findet man in mathematischen Schriften über das Messen der Berge.)

Um den Stand des Barometers noch genauer zu bestimmen, muß auch zugleich auf die Temperatur der Luft Rücksicht genommen werden. Es wird daher gewöhnlich auch ein Thermometer (wovon später die Rede seyn wird) neben dem Barometer angebracht. Dieses ist bei Höhenmessungen besonders von Bedeutung. Ich bemerke noch, daß man das Barometer auch gebrauchen kann:

1) Bei dem Nivelliren, oder der Bestimmung der Erhöhungen und Vertiefungen einer ganzen Gegend,
2) bei der Bestimmung der Tiefe von Höhlen, Bergwerken u. s. w.,
3) der Höhe, zu welcher sich ein Luftballon erhoben hat.

§. 159. Wenn man lange Zeit an einem gewissen Orte den verschiedenen Stand des Barometers beobachtet, und von dem höchsten und niedrigsten Stande die Mitte nimmt, so hat man den mittlern Barometerstand an diesem Orte. Der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Höhe heißt die Größe der Veränderung des Barometers.

Auch ist der Druck der Atmosphäre auf das Queckſilber im Barometer gleich groß, man mag dasselbe in freier Luft oder in einem verschlossenen Zimmer aufhängen. (Wenn die Temperatur der Luft nur nicht sehr verschieden ist, wodurch zwar nicht der Druck der Luft, aber doch der Stand des Barometers verändert wird, weil das Queckſilber durch die Hitze ausgedehnt wird, und umgekehrt.)

Von der Luftpumpe.

§. 160. Dieses Werkzeug hat Otto von Guerike, Bürgermeister in Magdeburg, im Jahre 1650 erfunden, und im Jahre 1654 in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III. in Regensburg Versuche damit angestellt. Es ist besonders dazu geschickt, die Eigenschaften der Luft zu erforschen, und ist nachher von manchen Physikern verbessert worden. Die Einrichtung der Luftpumpe (Fig. 3 Tab. I.) wird in der Vorlesung erklärt. Wenn die Glocke einer Luftpumpe so viel Raum in sich faßt, als der Stiefel, so wird bei dem ersten Zuge die Luft um die Hälfte verdünnt, diese bei dem zweiten wieder um die Hälfte, und sofort bei jedem folgenden Zuge. Daraus ist klar, daß der Raum unter der Glocke nie völlig luftleer gemacht werden kann, ob sich gleich die Luft durch öfteres Auspumpen außerordentlich verdünnen läßt.

§. 161. Runde Glocken oder Kugeln können wegen ihrer gewölbten Form (wie Versuche zeigen) einen sehr großen Druck der äußern Luft aushalten, ohne zu zerspringen. Wollte man aber eine viereckigte Flasche oder ein Gefäß mit einer Blase bedeckt auf den Teller setzen, so würde diese bei dem ersten Zuge des Kolbens von der äußern Luft zerdrückt werden, wie auch dieß die Versuche bestätigen. Durch Versuche unter der fast luftleeren Glocke lassen sich die Gesetze von der Elastizität und Schwere der Luft, und mehrere andere Eigenschaften derselben darthun, wie die Versuche mit (Fig. 159, 160, 161, 162 u. 163) und noch mehrere andere Versuche deutlich zeigen.

§. 162. Aus dem Drucke der Luft lassen sich noch manche andere Erscheinungen, und die Wirkungen verschiedener Werkzeuge und Maschinen erklären, wovon hier folgende Versuche gemacht werden:

Wenn man ein Trinkglas ganz voll Wasser gießt, mit einem Pappendeckel oder starken Papier bedeckt, die Hand darauf legt, und umkehrt, so wird, wenn die Hand weggethan, das Papier am Glase hängen bleiben, weil die von unten drückende Luft das Papier mit dem Wasser festhält.

Aus einem ganz vollen Faße, dessen Spundloch wohl zugeschlagen ist, läuft nichts heraus, wenn neben eine Oeffnung gemacht wird, weil die von der Seite drückende Luft dem Gewichte der Flüssigkeit im Faße widersteht. Sobald aber das Spundloch geöffnet wird, so heben sich Druck und Gegendruck der oben und unten drückenden Luft wechselseitig auf, und die Flüssigkeit wird, durch nichts gehindert, vermöge ihrer Schwere, herauslaufen. Daher macht man ein kleines Loch in den Deckel

einer Thee- oder Kaffeekanne, weil ohne dieses, wenn sie vollgefüllt wäre, bei Umdrehung des Krahnens nichts herauslaufen würde.

§. 163. Aus dem Drucke der Luft läßt sich das Athemholen, das Saugen, Tabakrauchen u. dgl. erklären. Wenn durch Ausdehnung der Muskeln und Rippen die Brusthöhle erweitert, und dadurch die in den Lungen befindliche Luft verdünnt wird, so strömt die dichtere Luft durch die Oeffnung der Nase und des Mundes ein, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. — Wenn dagegen die Brusthöhle verengt wird, so muß die dichtere innere Luft ausströmen. Wird durch Saugen des Mundes an einer Röhre die Luft darin verdünnt, so drückt die äußere Luft auf die Flüssigkeit, worin die andere Röhre befindlich ist, (oder in einer Tabakspfeife auf den Rauch) und stößt sie in die Röhre aufwärts. Dieses ist auch der Fall bei dem Saugheber (Versuch Fig. 164), wenn bei dem längern Schenkel gesaugt wird, so stößt die Luft, welche auf die Oberfläche des Wassers drückt, dasselbe in die Höhe, dann sinkt es vermöge seiner Schwere, und fließt ab, so lange der kürzere Schenkel noch im Wasser steht. Man gebraucht den Heber zum Abzapfen der Fässer durch das Spundloch; ferner um Flüssigkeiten, die mit spezifisch leichteren bedeckt sind, aus Gefäßen wegzubringen. — Uebrigens ist aus dem Obigen klar, daß die Höhe an einem Heber nicht über 32 Fuß gehen darf, weil sonst der Druck der Atmosphäre die Flüssigkeit nicht hinaufstossen könnte.

Auch eine Saugpumpe darf nicht über 32 Schuh hoch seyn (Versuch Fig. 165). Die Einrichtung und der Gebrauch auch bei Schiffen (Fig. 166) wird in der Vorlesung erklärt.

§. 164. Der Schröpfkopf, welcher über ein Licht gehalten, wodurch innerhalb die Luft verdünnt wird, hängt durch den Druck der dichtern äußern Luft fest an der Stelle der Haut, wo er hingesetzt wird. Durch die kleinen Oeffnungen, welche vorher gemacht worden sind, wird vermittelst der Luft, welche um den Schröpfkopf auf die Haut drückt, das Blut in den fast luftleeren Raum gepreßt. — In den Windöfen mit langen Röhren entsteht ein Luftzug von unten, indem durch das Feuer die Luft in der Röhre verdünnt wird. — Vorzüglich vortheilhaft ist ein solcher Lufzug bei den Hochöfen in Eisenschmelzwerken. Je höher die Röhre gemacht werden kann, so, daß sie noch mit erhitzter Luft, die wegen ihres geringen spezifischen Gewichts in die Höhe steigt, erfüllt ist, desto heftiger strömt von unten die kalte Luft nach. Auch in den Argandischen Lampen bewirkt der Luftzug, daß die Flamme heller, ohne Rauch und Ruß brennt.

§. 165. Die Windbüchse besteht aus einem hohlen metallenen Gefäße, der Windkammer, und einer daran geschraubten Röhre. Die Luft wird vermittelst einer Pumpstange in der Windkammer verdichtet. Diese verdichtete Luft thut die Wirkung des Schießpulvers auf eine Kugel in der Röhre, wenn das Ventil durch eine gewisse Vorrichtung geöffnet wird, und ein Theil der Luft mit großer Gewalt herausdringt. Mit einer guten Windbüchse, in welcher die Luft sehr verdichtet ist, kann man zwanzig und mehrmal schießen, ohne sie aufs neue zu laden.

Der Blasebalg hat ein Ventil zur Seite, das sich nach innen öffnet, wenn er aufgezogen wird, wodurch die innere Luft im erweiterten Raume verdünnt wird. Nun strömt die äußere Luft durch das Ventil hinein.

Beim Zusammenpressen des Blasebalgs schließt sich das Ventil, und die Luft strömt durch die Röhre aus. Man hat einfache (wie Fig. 167 und 168 sind) und auch doppelte Blasebälge, die z. B. bei Schmelzöfen auf mancherlei Art eingerichtet sind. (Kastenförmige Gebläse, zylinderförmige Gebläse u. s. w.)

Wenn man einen Stechheber (Versuch Fig. 169) in ein Gefäß voll Wasser eintaucht, die obere Oeffnung mit dem Daumen verschließt, und ihn alsdann heraushebt, so wird aus der untern Oeffnung nichts herauslaufen, weil die Luft von unten allein drückt, (aber von oben nicht) bis der Daumen weggethan wird, und alsdann das Wasser wegen seiner Schwere herabsinkt.

§. 166. Hieher gehören die Versuche mit dem Zaubertrichter (Fig. 170), dem Zauberbecher (Fig. 171), der Diabetes des Heron (Fig. 172 A u. B). Hiernach lassen sich auch gewisse natürliche Erscheinungen erklären, z. B. warum gewisse Seen, (wie Zirknizer in Krain) oder kleinere Wasserbehälter, wenn sie ganz voll werden, wieder abfließen. Ferner gehören auch folgende Versuche hieher: der Heber der brüderlichen Liebe (Fig. 173), die Heberfontaine (Fig. 174), der periodische Springbrunnen (Fig. 175), der Zauberbrunnen, der ununterbrochene oder Wolfische Springbrunnen (Fig. 176), der Kirchersbrunnen (Fig. 177). Diese Fontainen haben sehr verschiedene Formen, sie sind mit Aufsatzröhren versehen, die das Wasser nach verschiedenen Richtungen ausspritzen, und geben dadurch den Experimenten Mannigfaltigkeit. — Hieher kann man auch fast alle Versuche rechnen, die bei der Elastizität der Luft mit dem Heronsballe, Heronsbrunnnen, mit dem kartesianischen Teufelchen u. s. w. angestellt wurden. Die Wir-

kungen wurden daselbst, wie auch bei dem Windkessel der Feuerspritze, durch eine zusammengepreßte Luft erzeugt, die mit der verdichteten einerlei Eigenschaft hat, oder vielmehr selbst eine verdichtete Luft ist.

§. 167. Man findet das Gewicht einer gewissen Quantität Luft, wenn man den Raum einer hohlen, gläsernen Kugel ausrechnet, diese, welche mit Luft erfüllt ist, an einer Oeffnung mit einem Hahne verschließt, hierauf dieselbe wiegt, die Luft auspumpt, den Hahn wieder verschließt, und nun auch die luftleere Kugel wiegt. Der Unterschied zwischen dem ersten und letzten Gewichte gibt das Gewicht der Luft in dem Raume der Kugel. Da man die Größe dieses Raumes in Kubikfüssen und Kubikzollen weiß, so findet man leicht, wie schwer ein Kubikfuß oder Zoll Luft ist. — Wird durch den Versuch (Fig. 178) mittelst der Luftpumpe veranschaulicht.

§. 168. Was noch leichter ist, als Luft, steigt in derselben in die Höhe, und wird von ihr getragen, z. B. Dünste, Wolken, Luftballons, die mit leichterer Luft, als die atmosphärische ist, gefüllt sind u. dgl., so wie manches Holz, Stroh, Federn ꝛc. im Wasser schwimmen, weil sie spezifisch leichter sind, als das Wasser.

Die Gesetze, die in der Hydrostatik angeführt wurden, gelten auch hier, d. h. auch die spezifisch schwereren Körper, als die Luft, verlieren etwas an ihrem Gewichte, wenn sie in derselben gewogen werden. (Man würde daher das Gewicht eines Körpers am genauesten finden, wenn man ihn in einem luftleeren Raume wägen könnte.) — Hieraus folgt, daß ein und derselbe Körper in dichterer Luft mehr an seinem Gewichte verliert, als in dünner. Da nun die Dichtigkeit der Atmosphäre

bald gröſser bald geringer iſt, ſo hat man ein Werkzeug erfunden, um die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft zu beſtimmen. Dieſes heißt das Manometer und iſt auch von Otto von Querike zuerſt angegeben worden (Verſuch Fig. 179). Der Verſuch mit dem Waſſerhammer (Fig. 180) gründet ſich auf den aufgehobenen Widerſtand der Luft.

Vom Schalle.

§. 169. Die Empfindung, welche man Schall nennt, entſteht, wenn ein elaſtiſcher Körper durch einen Stoß, Schlag, Anſtreichen u. dgl. in zitternde Bewegung gebracht wird. Wenn man einen ſolchen Körper, ſo lange der Schall dauert, mit dem Finger berührt, ſo kann man die zitternde Bewegung desſelben wahrnehmen. Dieſes zeigt der Verſuch mit einer gläſernen Glocke, woran kleine Siegellackkügelchen hängen.

Dieſe Bewegungen werden auch Schwingungen genannt. Sie ſind Urſache von Schwingungen der den Körper umgebenden Luft, und dieſe von Schwingungen entfernter liegender Lufttheilchen u. ſ. w. Wenn ſich dieſe Bewegung ſo weit verbreitet, daß ſie unſer Ohr erreicht, ſo entſteht in der Seele die ſinnliche Wahrnehmung des Schalles.

§. 170. Jede ſchnelle Ausdehnung oder Zuſammenpreſſung der Luft verurſacht dieſe Empfindung, z. B. das Klatſchen einer Peitſche u. ſ. w. Man kann dieſe zitternde Bewegung der Luft mit einer ähnlichen vergleichen, die im Waſſer entſteht, wenn man einen Stein hineinwirft.

Auf dieſelbe Art pflanzen ſich die Schwingungen in der bewegten Luft fort (wie die Waſſertheile); weil ſie

elastisch sind, so dehnen sie sich sogleich wieder aus, und drücken die nebenliegenden Theilchen zusammen, diese die folgenden u. s. w. Dieß macht (Fig. 182) anschaulich.

§. 171. Es ist nicht nöthig, daß der ganze Körper, welcher einen Schall erregt, hin- und herschwinge, wie eine Saite oder Stahlfeder, sondern nur, daß seine Theile eine schwingende Bewegung annehmen. Und dieses geschieht desto leichter, je elastischer der Körper ist, z. B. Glas, Elfenbein, hartes Metall, trockenes Holz. Da jeder Körper einigermaßen elastisch ist, selbst Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten nicht ausgenommen, so werden sie bei Bewegung ihrer Theile alle ein mehr oder weniger hörbares Geräusch verursachen, (wenn man dieses auch nicht immer Schall zu nennen pflegt) Tuch, Teppiche u. s. w. Weiche, wenig elastische Körper geben nur einen geringen Schall, und dämpfen den von andern elastischen Körpern.

§. 172. Daß die Luft das Mittel ist, wodurch der Schall von solchen Körpern, die blos von ihr umgeben sind, fortgepflanzt wird, ist eine unbezweifelte Wahrheit. Schon oben ist erwähnt worden, daß man fast keinen Schall hört, wenn man einen Wecker unter die luftleere Glocke (wie der Versuch Fig. 162 zeigte) der Luftpumpe bringt. Auch viele andere Körper (selbst das Wasser) sind zur Fortpflanzung des Schalles geschickt, und dieses mehr oder weniger nach dem größern oder geringern Grade der Elastizität. Erfahrungen hierüber in der Vorlesung.

Wie kann man einen Schall außerhalb eines Zimmers, innerhalb desselben hören?

§. 173. Die Stärke oder die Schwäche des Schalles hängt ab:

1) Von der Heftigkeit der Schwingungen,

2) von dem Grade der Elastizität des bewegten Körpers,

3) von der grösse der Luftmasse, die in Bewegung gesetzt wird.

Wegen der letztern Ursache wird der Schall in dichterer Luft vermehrt, und umgekehrt. Daher wird, wenn alle übrigen Umstände gleich sind, eine Glocke bei heiterer Luft heller tönen, als bei feuchter, weniger elastischen Luft.

§. 174. Die Fortpflanzung des Schalles erfordert mehr oder weniger Zeit, und schwächt mehr oder weniger den Schall. Ein Mittel pflanzt ihn schneller und ungeschwächter fort, als ein anderes. So pflanzt nach Biots Beobachtungen eine Röhre von 3000 Fuß Länge von Gußeisen den Schall zehnmal schneller fort, als die freie Luft.

§. 175. Die Stärke des Schalles nimmt ab nach Verhältniß der Quadrate der Entfernungen vom schallenden Gegenstande. Die Luft trägt ihn in einer Seckunde ungefähr 1040 Fuß weit; man hört daher den Knall einer fernen Kanone viel später, als man den Blitz sieht und kann aus der Zwischenzeit die Entfernung berechnen. Beispiele in der Vorlesung.

§. 176. Wegen der Elastizität der Luft werden Schallstrahlen (so denkt man sich die geradlinigte Fortpflanzung des Schalles), die an einer Fläche anschlagen, unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie angeschlagen haben. Wenn der Schallstrahl FC Fig. 62 Tab. I. auf die Fläche AB schief unter dem Winkel x stößt, und der Winkel x = 30° hat, so wird

der reflektirte Schallstrahl CD ebenfalls einen Winkel $y = 30°$ mit der Fläche AB machen. Fährt also der Schallstrahl EC senkrecht auf die Ebene AB, so wird er in derselben Richtung von C nach E wieder zurückfahren. Der Sprechende in E wird den zurückgeworfenen Schall seiner Stimme, d. i. ein Echo hören. Ist die reflektirte Fläche bei C zu nahe, so wird man von dem aus E kommenden Schalle nur den Wiederhall hören. Wenigstens muß die Fläche 60 Fuß von dem Sprechenden entfernt seyn, sonst kommt der Schall zu schnell zurück, und vermischt sich mit dem ursprünglichen Schalle, wo dann ein unvernehmliches Geräusch entsteht. — Von dem einfachen und zusammengesetzten Echo in der Vorlesung.

§. 177. Auf das Zurückwerfen des Schalles gründet sich auch die Einrichtung der Sprachsäle durch gewölbte Decken (Fig. 183); der Sprachröhren (Versuch Fig. 184 und 185); des Hörrohres (Fig. 186); die Versuche (Fig. 187) mit parabolischen Hohlspiegeln; die Einrichtung der Sprachmaschine der unsichtbaren Jungfrau (Versuch Fig. 188). Von dem Bau des menschlichen Ohres (Fig. 189) wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 178. Die verschiedenen Arten des Schalles rühren größtentheils von der Verschiedenheit der Schwingungen, sowohl in Ansehung ihrer Regelmäßigkeit, als auch in Ansehung ihrer Schnelligkeit her. Geschehen die Schwingungen eines schallenden Körpers so regelmäßig, daß in gleichen Zeiten immer gleichviele Schwingungen statt haben, so macht der Schall einen angenehmen Eindruck auf unser Ohr, und wir nennen ihn einen Klang. Je schneller die Schwingungen geschehen, desto höher ist der Ton des Klanges; je

langsamer sie erfolgen, desto tiefer ist er. Die Töne sind aber nicht bloß in Ansehung ihrer Höhe und Tiefe voneinander unterschieden, sondern Töne von gleicher Höhe können verschieden klingen, wenn sie von verschiedenartigen Körpern hervorgebracht werden. — Unregelmäßige und ungleichartige Schwingungen schallender Körper bringen solche Arten vom Schall zuwege, die man nicht Schall nennt, sondern Geräusch, Getöse, Gemurmel.

§. 179. Die Gesetze, die bei der Lehre des Pendels angeführt wurden, gelten auch hier, d. i. wie ein kürzeres Pendel schneller schwingt, als ein längeres, so macht auch eine kürzere Saite schnellere Schwingungen, als eine längere bei gleicher Spannung, und gibt folglich einen höheren Ton, als diese. Ueberhaupt hängt der Ton einer Saite von ihrer Länge, theils von ihrer Spannung, theils von ihrer Dicke ab. Versuche hierüber mit dem Monochard (Fig. 190).

§. 180. Die Schwingungen eines schallenden Körpers theilen sich den benachbarten elastischen Körpern mit, diese gerathen dadurch in ähnliche Schwingungen, und verstärken den Hauptschall. Hierauf gründet sich die Einrichtung des Resonanzbodens bei verschiedenen Instrumenten.

§. 181. Die meisten klingenden Körper können mehr als einen Ton hervorbringen, je nachdem sie auf verschiedene Weise in Bewegung gesetzt werden. Dieß läßt sich nicht nur an gespannten Saiten, sondern auch an flachen Körpern, z. B. Glasscheiben, wahrnehmen. Merkwürdig sind insbesondere die regelmäßigen Figuren (Fig. 191, 192, 193 u. 194), die sich bei den verschiedenen Tönen solcher Scheiben, wenn diese eine

regelmäßige Figur haben, durch aufgestreuten Sand hervorbringen lassen. Diese Figuren, die man dem Erfinder zu Ehren Gladnische Klangfiguren nennt, sind verschieden, wenn die Scheibe einen andern Ton gibt, und am schärfsten gezeichnet, wenn der Ton rein ist. Sie beweisen die Verschiedenheit der Bewegung, bei der Verschiedenheit des Tones und die Ruhe gewisser Stellen.

Von der Aeolsharfe oder Windharfe, die Athanasius Kircher erfunden hat, wird in der Vorlesung gesprochen.

VII. Kapitel.

Von der chemischen Anziehung.

§. 182. Außer der in den (§§. 54 und 55) angeführten Anziehung haben noch verschiedene Materien eine besondere stärkere Anziehung gegeneinander, als gegen andere Körper. Sie ist nicht in allen Körpern gleich. Hierauf beruht die Auflösung fester Körper in flüssige, wenn letztere starke Anziehungskraft gegen die erstern haben. So werden Stücke von Zucker oder andern Salzen bald feucht, wenn sie in ein wenig Wasser gelegt werden, weil dasselbe durch die Haarröhrchen eingezogen wird. Wenn mehr Flüssigkeit vorhanden ist, so wirkt dieselbe als Auflösungsmittel. Die feinen Theilchen desselben durchdringen ganz den festen Körper, so daß aller Zusammenhang seiner Theile zerstört wird, und er den Zustand der Flüssigkeit verliert. Er vereinigt sich mit der Flüssigkeit zu einem neuen flüssigen Körper, der öfters an Farbe, Geschmack, Geruch, Durchsichtigkeit und andern Eigenschaften von dem erstern verschieden ist.

§. 183. Die wechselseitige Anziehungskraft der Substanzen, welche die Auflösung bewirkt, heißt die chemische Verwandtschaft oder Anziehung, Affinität derselben; je leichter und stärker sich ein Körper mit einem andern vereinigt, desto größer ist die Verwandtschaft. Es entstehen dadurch neue Körper, die, wie schon gesagt wurde, öfters ganz andere Eigenschaften haben, als die Körper, aus welchen sie zusammengesetzt sind. So wird z. B. Dinte aus Galläpfelextrakt und einer Auflösung von Eisenvitriol erhalten. Blaue Pflanzensäfte mit einer Säure vermischt geben eine rothe Flüssigkeit. — Dadurch unterscheidet sich die chemische Zusammensetzung von einer blos mechanischen Mischung. Wird z. B. der Staub von verschiedenen Erdarten, oder von zerstossenen Steinen durcheinander geworfen, so entsteht ein bloßes Gemenge, aber kein neuer Körper. Sand kann mit Wasser mechanisch vermengt, aber Salz darin chemisch aufgelöst und zu einem neuen Körper mit dem Wasser verbunden werden. Manche Flüssigkeiten lassen sich nie vereinigen, z. B. Oehl und Wasser (wofern nicht ein dritter Körper, wie in diesem Falle Laugensalz, dazu kommt).

§. 184. Eine vollständige Auflösung erkennt man daran, daß alle Theile des festen Körpers flüssig geworden sind, und also ihre vorige Form und Festigkeit verloren haben: eine unvollkommene, wenn noch einige feste Theile in der Flüssigkeit herumschwimmen, oder auf dem Boden des Gefäßes liegen. — Das Auflösungsmittel nimmt nur einen bestimmten Theil von dem aufgelößten Körper in sich auf; das übrige bleibt unaufgelößt. Es heißt alsdann gesättigt. Wenn z. B. Wasser mit Salz, Kaffee mit Zucker gesättigt ist, so bleibt der Ueberrest auf dem Boden liegen. Die

Sättigung erfolgt früher oder später, oder es wird alles aufgelößt, je nachdem sowohl die Verwandtschaft größer oder geringer, als auch die Quantität der Flüssigkeit im Verhältniß gegen die Quantität des festen Körpers verschieden ist. Auch wird das Auflösungsmittel bei manchem Körper mehr auflösen, je wärmer es ist.

§. 185. Zwischen zwei Körpern kann, so lange beide fest sind, keine chemische Verbindung statt finden. Nur wenn der eine oder beide von Natur flüssig sind, oder durch Erhitzung in den Zustand der Flüssigkeit versetzt worden sind, wird diese Vereinigung zu einem neuen Körper erfolgen können, wenn die Anziehungskraft hinlänglich stark ist. Man theilt daher die Auflösung ein in die auf dem nassen, und die auf dem trocknen Wege. Erstere wird durch eine Flüssigkeit bewirkt, ohne Beiwirkung einer vermehrten Hitze. So wird z. B. Kampfer in Branntwein, Gold oder Queckſilber in Königswasser, Silber in Scheidewasser u. s. w. auf dem nassen Wege aufgelößt. — Die Auflösung auf dem trocknen Wege geschieht, wenn zwei feste Körper durch das Feuer flüssig gemacht werden, um sich mit einander zu vereinigen, z. B. bei der Zusammensetzung von Zinn und Blei, Silber und Kupfer u. s. w.

§. 186. Die Auflösungen der ersten Art werden befördert:

1) Durch Vermehrung der Oberfläche des aufzulösenden Körpers, z. B. durch Zerstossung des Salzes in kleine Theile, weil es alsdann von dem Auflösungsmittel in mehreren Punkten berührt wird;

2) durch Bewegung, Hin- und Herrütteln, wodurch die schon gesättigten Theile der Flüssigkeit wegge-

bracht, und an deren Statt andere noch nicht gesät-
tigte zur Berührung der festen Körpertheile gebracht
werden;

3) auch meistens durch Erwärmung des Auflösungs-
mittels.

Daß bei der Auflösung einiger Körper Wärme, bei andern Kälte entsteht, wird weiter unten berührt werden.

§. 187. Wenn zwei Körper a und b keine starke Verwandtschaft gegeneinander haben, so daß sie allein sich nicht vereinigen können, so kann man die Vereinigung öfters durch Hülfe eines dritten Körpers c zu Stande bringen, der zu a und b eine stärkere chemische Verwandtschaft hat. So z. B. löset reines Wasser keine Metalle und fettige Körper auf. Wenn es aber mit gewissen Säuren vermischt wird, so wird diese Mischung zur Auflösung der genannten festen Körper geschickt werden. Oehl und Wasser lassen sich nicht chemisch vereinigen: wird aber das erstere mit Laugensalz verbunden, so entsteht eine Seife, und diese läßt sich im Wasser auflösen, so daß nun eine chemische Vereinigung der drei Substanzen entsteht. Man nennt dieses eine Aneignung, und den dritten Körper c, der sich mit beiden a und b vereinigen kann, das Aneignungsmittel. In dem ersten Beispiele war dieses die Säure, in dem andern das Laugensalz. Man hat Verwandtschaftstabellen verfertigt, woraus man sieht, in welchen Graden näherer oder entfernterer Verwandtschaft die Körper a, b, c u. s. w. zu einem gewissen andern Körper m stehen, und was für neue Körper am, bm, cm u. s. w. aus der Zusammensetzung derselben entstehen.

§. 188. Wenn ein Körper aus zwei Substanzen, oder chemischen Bestandtheilen a und b zusam-

mengesetzt ist, wovon a das Auflösungsmittel, und b der aufgelößte Körper seyn soll, so kann man, da die Anziehungskraft nicht zwischen allen Körpern gleich stark ist, aus dieser Auflösung den aufgelößten Körper b wieder erhalten, wenn man einen dritten Körper c hinzuthut, der von dem Auflösungsmittel a stärker angezogen wird, als der zuerst aufgelößte Körper b. Alsdann läßt das Auflösungsmittel a den Körper b fahren, und verbindet sich mit c zu einem ganz neuen Körper. Es wird also b ausgeschieden, und fällt entweder zu Boden, als Niederschlag (heißt Präcipitation), oder wenn b leichter ist, so steigt er in die Höhe (zuweilen verdampft er auch). So kann man z. B. in einer Auflösung des Kupfers in Vitriolsäure das Kupfer durch Eisen niederschlagen; denn dieses hat zur Vitriolsäure eine stärkere Wahlverwandtschaft (wie man sich auszudrücken pflegt), als das Kupfer. Daher verbindet es sich mit dieser Säure, und das Kupfer trennt sich davon. — Kreide in Scheidewasser aufgelößt, wird durch ein Laugensalz niedergeschlagen. — Queckſilber in Scheidewasser aufgelößt, wird durch Kupfer, Harz in Weingeist aufgelößt, durch Wasser niedergeschlagen. — Wenn zu einer Auflösung von Seife in Wasser eine Säure gegossen wird, so verbindet sich dieselbe mit dem Alkali oder Laugensalz der Seife, und das Fett schwimmt oben, als ausgeschiedener Körper. — Auf dem trocknen Wege wird Queckſilber aus Zinnober geschieden, wenn man diesen mit Eisenfeile vermengt und erhitzt; denn alsdann verbindet sich das Eisen mit dem Schwefel (der im Zinnober befindlich ist), weil der Schwefel eine stärkere Verwandtschaft zum Eisen hat, als zu dem Queckſilber. Man nennt dieses die einfache Wahlverwandtschaft.

§. 189. Eine doppelte Wahlverwandtschaft findet statt, wenn zwei Körper, deren jeder mehrere ungleichartige Bestandtheile hat, vermischt werden, und ein Bestandtheil des einen gegen einen Bestandtheil des andern Körpers eine stärkere Verwandtschaft hat. Es entsteht alsdann ein Tausch: mehrere Trennungen und neue Verbindungen erfolgen. Es besteht z. B. der erste Körper aus m und n, und der zweite aus p und q, so können bei der Zusammenmischung entweder mp und nq, oder mq und np entstehen. — Glaubersalz besteht aus Schwefelsäure (m) und mineralischem Laugensalz (n), salzsaure Kalkerde besteht aus salzigter Säure (p) und Kalkerde (q). — Bei der Zusammenmischung entsteht aus der Verbindung von Schwefelsäure und Kalkerde, Gyps (mq), und aus der Verbindung des Laugensalzes mit der salzigten Säure entsteht Kochsalz (np).

§. 190. Wenn die Abscheidung eines Stoffes aus einer Auflösung langsam und ungestört geschieht, so bilden sich öfters Körper von regelmäßiger Gestalt, z. B. Prismen, Würfel ꝛc., dieses ist die Krystallisation. Jede Art von Stoff, der zur Krystallisation geschickt ist, schießet in einer bestimmten Form seine Theilchen aneinander, welche sich nie abändert, welches man an Kochsalz, Salpeter, Alaun und so vielen andern Körpern bemerken kann. Die Anziehungskraft bildet diese Formen nach bestimmten Regeln. Auch wird zum Krystallisiren eine gewisse Quantität Wasser erfordert, welches mit den Theilchen des festen Körpers auf das innigste verbunden wird. Man nennt es das Krystallisationswasser. Man erhält dasselbe in seiner flüssigen Gestalt zurück, wenn die Krystalle wieder aufgelößt werden; oder wenn man es denselben durch Destilation bei gelinder Wärme entzieht. Der vorher kry-

stallisirte Stoff zerfällt alsdann in ein loses Pulver, da er seines Bindungsmittels beraubt ist. — Versuche hierüber in der Vorlesung.

Von den einfachen Körpern, die eine merkliche Schwere haben.

§. 191. Die ungleichartigen Materien, die man durch die chemische Behandlung eines Körpers erhält, nennt man auch die chemischen Bestandtheile desselben. Sie heissen die nächsten, wenn sie aus seiner Zerlegung unmittelbar hervorgehen. Werden diese wieder in verschiedenartige zersetzt, so werden die durch die zweite Zersetzung hervorgehenden die entferntern genannt. Durch fernere Zerlegung kann man aus diesen manchmal noch entferntere erhalten. Diejenigen endlich, die sich nicht wieder zerlegen lassen, nennt man die entferntesten oder letzten. Es kann aber, wie man sieht, oft ein nächster Bestandtheil eines Körpers zugleich ein letzter seyn.

§. 192. Denkt man sich diese letzten Bestandtheile als schlechthin unzerlegbar, so erhalten sie den Namen der chemischen Elemente oder der einfachen chemischen Stoffe. Im Reiche der Erfahrung aber läßt sich über die absolute Unzerlegbarkeit eines Stoffes nichts entscheiden. Wenn man daher auch wohl manchmal des Ausdrucks chemisches Element sich bedient, so wird von den neuen Chemikern dadurch immer nur ein bisher unzerlegter Stoff verstanden.

Anmerkung. Ueber die chemischen Elemente gab es schon sehr verschiedene Meinungen. Am längsten erhielt sich die von den sogenannten vier Elementen des Aristoteles: Erde, Wasser, Luft und Feuer.

§. 193. Bei den verschiedenen chemischen Prozessen haben die Chemiker eine bedeutende Menge wägbarer (ponderabler) und unwägbarer (auch Imponderabilien genannt) Stoffe kennen gelernt, deren Zersetzung bisher nicht hat gelingen wollen. Die speziellen Eigenschaften derselben und ihre mannigfaltigen, wechselseitigen Verbindungen sind ein Gegenstand der Chemie.

Die Namen dieser Stoffe sind folgende:

1) Wärmestoff,
2) Lichtstoff,
3) Elektrischer Stoff,
4) Magnetisch. Stoff,
5) Sauerstoff,
6) Wasserstoff,
7) Kohlenstoff,
8) Stickstoff,
9) Schwefel,
10) Phosphor,
11) Seleium,
12) Chlor,
13) Jode,
14) Hespor,
15) Boron,
16) Kalium,
17) Sodium,
18) Lithium,
19) Calcium,
20) Baryum,
21) Strontium,
22) Magnium,
23) Sicilium,
24) Aluminium,
25) Zirkonium,
26) Thorinium,
27) Beryllium,
28) Yttrium,
29) Tantalium,
30) Demetrium,
31) Chromium,
32) Titan,
33) Uran,
34) Wolfran,
35) Molyden,
36) Mangan,
37) Tellurium,
38) Arsenik,
39) Antimonium,
40) Wismuth,
41) Kobalt,
42) Nickel,
43) Wodan,
44) Eisen,
45) Kadmium,
46) Zink,
47) Zinn,
48) Blei,
49) Kupfer,
50) Queckfilber,

51) Silber,
52) Palladium,
53) Rhodium,
54) Osmium,
55) Fridium,
56) Platina,
57) Gold.

Anmerkung. Diese neuen Stoffe sind zuerst durch Lavoisier in die Chemie und Physik eingeführt worden, daher die französischen Kunstnamen.

§. 194. Nach der neuen Chemie gehören also zu den einfachen Stoffen, außer den Imponderabilien, die besonders abgehandelt werden, die Metalle, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, die Grundstoffe des Schwefels, Phosphors, die Grundlagen einiger Säuren, die Erden und Alkalien u. s. w., wovon hier das Wissenswürdigste angeführt werden soll.

§. 195. Der Sauerstoff (das Oxygen), der allerwichtigste auf Erden, hat seinen Namen daher erhalten, weil er derjenige Stoff ist, der in vielen Säuren angetroffen wird, und als das sauermachende Prinzip in ihnen betrachtet wird. Man darf indessen nicht glauben, als ob er selbst etwas saures wäre, sondern es hängt von der Beschaffenheit der Materie ab, mit der er sich verbindet, ob eine Säure daraus entstehen soll oder nicht. Er wird daher auch in vielen Verbindungen gefunden, die keine Spur von Säure zeigen. Er ist die Grundlage der Lebensluft, ingleichen ein Hauptbestandtheil des Wassers. Er findet sich folglich sehr häufig in der Natur, und nimmt an vielen Erscheinungen in ihr Antheil.

§. 196. Der Wasserstoff (der Hydrogen) wird als die Grundlage der brennbaren Luft, und als derjenige Stoff betrachtet, der in Verbindung mit dem Sauerstoff Wasser erzeugt. Ueberdieß macht er einen

Bestandtheil der meisten, wo nicht aller brennbaren Körper aus, die nicht selbst wieder für einfach anzusehen sind, und wird daher ebenfalls in größter Menge in der Natur angetroffen.

Anmerkung. Neuerlich hat man gefunden, daß auch der Wasserstoff durch seinen Beitritt zu gewissen Stoffen diese in Säuren zu verwandeln fähig ist.

§. 197. Der Stickstoff oder Salpeterstoff (Azot) ist sowohl die Grundlage der Stickluft, die den größten Theil unserer Atmosphäre ausmacht, als auch der Salpetersäure.

§. 198. Der Kohlenstoff (Carbon) macht in Verbindung mit dem Sauerstoffe die Grundlage der Luftsäure aus, die häufig in der Natur erzeugt wird. Er ist ein Hauptbestandtheil der Kohle, wovon er auch seinen Namen hat, findet sich aber nicht bloß in ihr, sondern auch in allen organischen Körpern. Am reinsten findet sich der Kohlenstoff im Ruß; absolut rein aber nur im Diamant. — Beim Glühen der Kohlen entwickelt er sich daraus, und bildet, in Verbindung mit dem Sauerstoffe, eine tödtliche Luftart; daher der sogenannte Kohlendampf so schädlich ist. Sonst ist die Kohle ein sehr nützlicher Körper. Durch Kohlenpulver läßt sich ein verdorbenes Wasser wieder trinkbar machen, und riechendes Fleisch wieder herstellen; überdieß ist es ein sicheres Mittel gegen das Rosten der Metalle.

Anmerkung. Döbereiner, Prof. der Chemie in Jena, hält den Kohlenstoff für einen Körper von metallischer Natur, und nennt ihn in dieser Rücksicht Kohlenmetall. Diese letztgenannten Stoffe lassen sich in der Natur nie ganz rein darstellen.

§. 199. Der Schwefel ist ein Mineral, das häufig in der Natur angetroffen wird, doch selten rein; gemei-

niglich muß er erst durch Kunst gereinigt werden. Er ist von Natur fest, läßt sich aber schmelzen und entzünden. Seine große Entzündbarkeit hat ihn in unsern Haushaltungen eingeführt. Ueberhaupt ist es ein sehr nützliches Mineral, auch als Arzneimittel wirksam. Bei dem Verbrennen desselben entsteht schwefeligte Säure, wovon der aufsteigende Dampf von brennendem Schwefel so beißend ist.

§. 200. Der Phosphor findet sich nicht rein in der Natur, sondern muß erst durch Kunst bereitet werden. Sonst zog man ihn bloß aus dem Urine, weßhalb er auch Harnphosphor hieß; er kann aber auch aus andern thierischen Stoffen gewonnen werden. Er hat die Eigenschaft, im Dunkeln in der freien Luft zu leuchten, und entzündet sich schon bei einer geringen Wärme. Er brennt mit einer sehr lebhaften Flamme, und es entsteht dabei Phosphorsäure.

Anmerkungen:

1) Weil er sich so leicht entzündet und schwer gelöscht werden kann, so muß man ihn mit großer Vorsicht im Wasser aufbewahren.
2) In Oehl aufgelößt, gibt er eine Masse, die im Dunkeln leuchtet, und zu allerlei Spielwerken gebraucht werden kann. — Man hat ihn auch zu schnell zündenden Feuerzeugen angewandt.
3) Einige leuchtende Körper, die nicht brennen, z. B. faules Holz, der bononische Stein, die leuchtenden Johanniswürmchen u. s. w. phosphoresciren.

§. 201. Die Metalle machen eine zahlreiche und wichtige Klasse von Körpern aus; es ist aber schwer, das Eigenthümliche derselben allgemein zu bestimmen. Sie unterscheiden sich durch ihren metallischen Glanz, durch ihre Biegsamkeit und Dehnbarkeit, die jedoch bei einigen nur

gering ist, durch ihre Schmelzbarkeit und Verbrennlichkeit, und (mit Ausnahme einiger weniger neuentdeckten) durch ihre ansehnliche spezifische Schwere. So lange sie diese Eigenschaften besitzen, heißen sie Metallkönige oder reguliniſche Metalle; denn es kann mit ihnen eine Veränderung vorgenommen werden, wodurch sie jene Eigenschaften zum Theile verlieren, und dann heißen sie Metallkalke, oder, in der neuern chemischen Sprache, Metalloxyde. Die meisten Metalle lassen sich durch das Feuer verkalken (oxydiren), und heißen daher feuerunbeständige, auch unedle Metalle. Hingegen Gold, Silber und Platina lassen sich nicht durch das Feuer verkalken, und heißen daher feuerbeständige, auch edle Metalle.

Anmerkungen:

1) Die Verkalkung der Metalle sieht man nach dem neuern Systeme der Chemie als eine Verbindung des Sauerstoffs mit den Metallen an. Auch die edlen Metalle können durch Säuren verkalkt werden.

   Aus den Metallkalken kann das reguliniſche Metall wieder hergestellt werden.

2) Da man die Metalle bis jetzt noch nicht hat zerlegen können, so ist man noch weniger im Stande, sie zusammenzusetzen. Daher ist das Bemühen, Gold zu machen, bisher vergebens gewesen.

3) Einige Metalle sind giftig, vorzüglich Arsenik; doch können sie unter gewissen Umständen, und mit gehöriger Vorsicht gebraucht, so wie verschiedene andere Metalle, auch als Arzneien dienen.

4) Man hat neuerlich mehrere Arten vorher unbekannter Metalle entdeckt, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß man noch mehrere dergleichen entdecken werde. Besonders wichtig ist die Entdeckung, daß

die Metalle die Grundlagen der Laugensalze und Erdarten ausmachen.

Von der Platina hat Professor Döbereiner entdeckt, daß, wenn man Wasserstoffgas (davon wird später die Rede seyn) auf Platinmetall oder Platinoxyd, unter den Zutritt der freien Luft, bläs't, eine so große Hitze entsteht, daß das Metall glühend wird. Das war die Veranlassung zu den neuen Zündmaschinen.

§. 202. Die Anzahl der bekannten Metalle ist neuerlich durch eine äußerst merkwürdige Entdeckung von Humphry Davy sehr vermehrt worden. Dieser berühmte Chemiker fand nämlich, daß man aus dem vegetabilischen Laugensalze durch Hülfe der voltaischen Säule ein eigenthümliches Metall gewinnen könne, welches die Grundlage dieses Stoffes auszumachen scheint. Auf gleiche Weise hat er in dem mineralischen Laugensalze ein eigenthümliches Metall entdeckt. Diese Entdeckung führte auf eine ähnliche Behandlung und Untersuchung der Erden, welche man bis dahin für einfache Körper gehalten hatte, und des flüchtigen Laugensalzes, und wirklich gelang es, bei den meisten dieser Körper eine metallische Substanz zu entdecken; daher man eine solche auch bei den übrigen derselben mit Recht vermuthen darf. Hierdurch haben die Metalle, die schon durch ihre früher entdeckte elektrische Wirksamkeit höchst merkwürdig geworden waren, einen neuen Grad von Wichtigkeit erlangt.

§. 203. Von den bisher genannten einfachen Stoffen werden einige allgemein für die Grundlagen gewisser Säuren angenommen. Außer diesen aber gibt es einige Säuren, über deren Grundlage, die zwar für einfach gehalten werden, doch noch gestritten wird. Dahin gehört die Salzsäure, die Flußspathsäure, die

Boraxsäure. Als die Grundlage der Salzsäure sieht Davy das oxygenirte salzsaure Gas an, und nennt es in dieser Rücksicht Chlorine. Die Grundlage der Flußspathsäure ist, nach Davy, ein eigener Stoff, die Fluorine, und die Grundlage der Boraxsäure wird von den Chemikern die Bora, oder Born, oder das Boron genannt.

§. 204. Das Jodin oder die Jodine, auch das Jod genannt, ist ein vor Kurzem von Courtois, einem Salpetersieder in Paris, in der Asche des Seetangs (varec) entdeckter Körper, der seiner Eigenschaften wegen höchst merkwürdig ist, und daher die Chemiker schon vielfach beschäftigt hat. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft erscheint er als ein fester, metallähnlicher, schwarzgrauer Körper, dessen spezifische Schwere = 4,9 ist; aber bei einer Temperatur von ungefähr 70° Reaumur schmilzt er und verwandelt sich in einen schönen veilchenfarbenen Dunst, wovon er seinen Namen erhalten hat. Durch Abkühlung wird dieser Dunst wieder in den Zustand einer festen Masse zurückgebracht. Sehr merkwürdig sind die zahlreichen Verbindungen, die dieser Körper mit andern Stoffen eingehen kann.

Anmerkung. Die Jodine macht sowohl mit dem Wasserstoff eine Säure — Hydriodinsäure, als mit dem Sauerstoff — Jodinsäure. Merkwürdig ist die große Verwandtschaft, welche sie zur Stärke hat, so daß die Gegenwart einer sehr geringen Menge von Jodine in einer Mischung durch einen Zusatz von Stärke entdeckt werden kann, in dem sich sogleich ein blauer Niederschlag bildet.

Von den Salzen und Erden.

§. 205. Die Salze schränken sich nicht auf diejenigen Körper ein, die man im gemeinen Leben unter

diesen Namen begreift, sondern machen eine ansehnliche, überall verbreitete und wirksame Klasse von Körpern aus. Gemeiniglich erklärt man sie als diejenigen Körper, die auf der Zunge einen merklichen Geschmack erregen, sich leicht im Wasser, aber nicht in Oehl auflösen lassen, unverbrennlich sind, und wenn sie in festem Zustande erscheinen, eine gewisse Regelmäßigkeit in der Gestaltung ihrer Theile haben, die man ihre Krystallisation nennt. Indessen darf man es mit diesen Merkmalen nicht allzustrenge nehmen. Besser lassen sich die verschiedenen Arten der Salze unterscheiden. Man theilt sie in saure, alkalische und Mittelsalze ein.

§. 206. Die sauren Salze oder Säuren zeichnen sich durch ihren sauren Geschmack, der bei einigen im höchsten Grade beißend ist, durch ihre Kraft, Metalle und Erden aufzulösen, durch ihre starke Verwandtschaft zu den Alkalien und durch ihre Wirkung auf die Pflanzenfarben aus. So färben sie z. B. die Lackmustinctur, die dunkelblau aussieht, roth; und diese Wirkung auf die Farbe der Lackmustinctur ist als ein vorzügliches Merkmal einer Säure zu betrachten. Die meisten bestehen (nach der Ansicht, die wir jetzt von ihnen zu machen haben,) aus einer Verbindung des Sauerstoffs mit einem andern Stoffe, den man die Grundlage oder das Radical der Säure nennt, und der bei den verschiedenen Säuren verschieden ist. Von einigen ist die Grundlage noch unbekannt oder streitig. Sie werden eingetheilt in mineralische, vegetabilische und animalische, wozu noch die Luftsäure kommt, die eine eigene Gattung ausmacht, weil man sie nur in luftförmiger Gestalt kennt.

Anmerkungen:

1) Sonst hielt man den Sauerstoff für einen wesentlichen

Bestandtheil einer jeden Säure; heut zu Tage aber kennt man verschiedene Säuren, in welchen man keinen Sauerstoff hat auffinden können, sondern die aus einer Verbindung der Grundlage mit dem Wasserstoffe zu bestehen scheinen. Von der Art ist die Hydrothionsäure oder Schwefelwasserstoffsäure (Schwefel und Wasserstoff); die Hydriodinsäure (Jodine und Wasserstoff); nach Davy die Salzsäure (Chlorine und Wasserstoff) und die Flußspathsäure (Fluorine und Wasserstoff); nach Gay-Lüssac die Blausäure (Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff).

2) Die merkwürdigsten mineralischen Säuren sind: Schwefelsäure (Vitriolöhl), Salpetersäure (Scheidewasser), Salzsäure, Flußspathsäure.

Zu den vegetabilischen gehören Essigsäure, Citronensäure, Zuckersäure u. s. w.

Zu den animalischen Phosphorsäure, Fettsäure u. s. w.

Die eben genannte Blausäure, die sowohl aus vegetabilischen, als aus thierischen Stoffen bereitet werden kann, ist eines der stärksten Gifte.

Die Luftsäure, die unter allen Säuren die schwächste ist, gehört zu den Gas- oder Luftarten.

§. 207. Die alkalischen oder Laugensalze haben auch einen scharfen, aber nicht sauern Geschmack. Sie verändern ebenfalls verschiedene Pflanzenfarben, z. B. den Veilchensaft machen sie grün, und mehrere durch Säuren veränderte Farben stellen sie wieder her. Sie haben eine starke Verwandtschaft zu den Säuren, das heißt, sie verbinden sich sehr leicht mit ihnen. Neuerlich hat man entdeckt, daß jedes aus einem eigenthümlichen Metalle und dem Sauerstoffe besteht, und daß sie daher

in die Klasse der Metallkalke gehören. Man hat drei verschiedene Arten derselben:

1) Das vegetabilische oder die sogenannte Pottasche, auch Kali genannt;
2) das mineralische — Soda oder Natron;
3) das flüchtige — Ammoniak.

§. 208. Aus der Verbindung der Säuren mit den Laugensalzen, oder mit den Erden, oder mit den Metallen entsteht eine neue Klasse von Salzen, die man mit einem gemeinschaftlichen Namen Mittelsalze nennen kann. Diese Klasse ist sehr zahlreich. Hierher gehört das gemeine Küchensalz, der Salpeter, der Alaun, Eisen- und Kupfervitriol und viele andere Körper. Ihre Eigenschaften sind zum Theile sehr verschieden von den Eigenschaften der Körper, aus denen sie zusammengesetzt sind.

Anmerkung. Sie verändern weder die Farbe der Lackmustinctur, noch des Veilchensaftes. — Mehrere derselben werden als Arzneien gebraucht.

§. 209. Die Erden machen eine wichtige Klasse von Körpern aus, da einige Arten derselben in ungeheurer Menge auf unserm Erdkörper vorhanden sind; denn sie finden sich nicht nur in der gemeinen Erde, sondern machen auch die vornehmsten Bestandtheile der Steine und Gebirgsarten aus. Doch müssen sie aus diesen, wenn man sie rein erhalten will, erst durch Kunst geschieden werden. Alsdann haben sie in ihrem äußern Ansehen eine große Aehnlichkeit mit den Laugensalzen, welchen einige derselben auch in ihren Eigenschaften ähnlich sind; nur lassen sie sich nicht so leicht, wie diese, im Wasser auflösen.

Außerdem hat man Grund anzunehmen, daß alle, wie die Laugensalze, eine metallische Grundlage haben. Vorzüglich bemerkenswerth sind die Kalkerde, die Alaun- oder Thonerde und die Kieselerde.

Anmerkung. Ausführlich über die Metalle, Erden und Salze handelt die Naturbeschreibung.

Vom Wasser.

§. 210. Das Wasser ist einer der merkwürdigsten Körper auf unserer Erde. Es ist nicht nur in so großer Menge vorhanden, daß es den größten Theil der Erdoberfläche bedeckt, sodern auch so mannigfaltiger Veränderungen und Wirkungen fähig, daß es an unzähligen Naturerscheinungen Antheil hat. So häufig das Wasser sich auf unserer Erde vorfindet, so wird es doch nie rein angetroffen. Um es vollkommen rein zu erhalten, muß man es entweder aus seinen Bestandtheilen bilden, oder gewöhnliches Wasser durch mehrmalige Destillation in silbernen Gefäßen von seinen fremdartigen Beimengungen zu reinigen suchen.

§. 211. Das Wasser wurde vormals für einen einfachen Körper gehalten, jetzt aber muß man es für einen zusammengesetzten anerkennen. Seine Bestandtheile sind Wasserstoff- und Sauerstoffgas. Daß das Wasser wirklich ein aus erwähnten Stoffen zusammengesetzter Körper sey, läßt sich durch Versuche darthun (wovon später bei Fig. 200 und dem Galvanismus die Rede seyn wird). — Verbrennt man Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, so erzeugt sich Wasser, und zwar wiederum so viel an Gewicht, als beide Luftarten wogen. — (Versuche werden dieß bestätigen.)

§. 212. Man findet das Wasser in allen drei Cohäsionszuständen, nämlich tropfbar-flüssig, gasförmig

und in fester Gestalt, letzteres nicht bloß im Winter als Eis, sondern auch zu jeder andern Jahreszeit als Bestandtheil vieler, besonders krystallinischer Körper. Bei 0° R. wird es immer fest, und bei + 80° und 28" Barometerstand beginnt es zu sieden. In Dampfgestalt ist es bei jeder Temperatur in der Atmosphäre vorhanden.

§. 213. Eis ist krystallisirtes Wasser. Das Gefrieren geschieht durch Anschließen von Eisnadeln unter einem Winkel von 60°. Dabei entstehen, wie es scheint, kleine leere Räume, wodurch das Volumen des Eises größer wird, als des tropfbaren Wassers, und schwimmt auf demselben. Bei großer Kälte wird die Festigkeit des Eises sehr groß. Im Jahre 1740 baute man in Petersburg einen Saal 52 Fuß lang, 16 Fuß breit, 20 Fuß hoch aus Eisstücken, und machte 6 Kanonen ebenfalls aus Eis, von der Größe der Sechspfünder, die mit ein Viertel Pfund Pulver abgeschossen wurden.

§. 214. Das Wasser im gewöhnlichen Sinne, tropfbares Wasser, ist helldurchsichtig und geschmacklos. Das Gewicht von einem rheinländischen Kubikfuß ist etwa 64 Pfund; der französische hält 70 Pfund und der bayerische (wie schon gesagt wurde) 44 Pfund. Es ist etwas elastisch, wie Versuche außer Zweifel gesetzt haben. Es ist auch ein Auflösungsmittel vieler Körper, z. B. aller Salze, aller gummigten und schleimigten Substanzen ꝛc. Ebenso wird es hinwiederum von vielen andern Körpern aufgenommen, und geht mit ihnen eine Verbindung ein. Es macht daher einen Bestandtheil selbst vieler festen Körper aus.

§. 215. Besonders leicht verbindet sich das Wasser mit dem Wärmestoffe, und verwandelt sich dadurch in

einen Dunst oder Dampf, wodurch es fähig wird, sich in die Luft zu erheben.

Dieser Prozeß der Verdünstung oder Ausdünstung geht beständig vor sich, und die Luft ist daher immer mehr oder weniger feucht.

§. 216. Die auf und in unserer Erde verbreiteten Wasser sind, wie solche hier vorkommen, wesentlich verschieden, und diese Verschiedenheit rührt von salzigen, erdigen, metallischen und luftförmigen Theilchen her, die in dem verschiedenen Wasser theils aufgelößt enthalten, oder demselben nur mechanisch beigemengt sind; so enthält das Meerwasser Kochsalz, salzsauren Kalk und Talk und andere vegetabilische und animalische Substanzen reichlich aufgelößt und beigemengt, auch enthalten die Quell- und Flußwasser mehr oder minder fremdartige Körper, ja einige Quellwasser sind so reichlich mit salzigen und luftförmigen Stoffen beladen, daß sie sich wie das Meerwasser durch einen auffallenden Geschmack oder Geruch deutlich zu erkennen geben, wie dieses bei den sogenannten Mineralwassern der Fall ist, andere Wasser besitzen einen bedeutenden Wärmegrad, wie die heißen Quellen.

Oft sind die Quellen siedend heiß; der Geyser, ein berühmter heißer Springbrunnen auf Island, hat sogar eine Temperatur von + 80° R., also die Siedhitze des Wassers; der Sprudel zu Carlsbad hat eine Temperatur von 55° R.; die heißeste Quelle zu Aachen hat 40° R. Manche dieser Quellen hatten, so viel bekannt ist, immer dieselbe hohe Temperatur, andere dagegen verändern sie, besonders bei vulkanischen Ereignissen. — Ihre Hitze erhalten sie von einer, unter der Erde entstandenen Gährung, welche auf verschiedene Art verursacht werden kann, z. B., wenn sie über Stellen

fließen, wo es vielen Schwefel und Eisensteine gibt, oder über Kies, welcher ebenfalls durch Auflösung Wärme von sich gibt u. s. w. Man benützt diese Quellen zu Bädern, welche auf verschiedene Kranke sehr wohlthätig wirken, wie das in Gastein u. s. w.

An Quellen, welche viele Salztheile mit sich führen, werden Salinen angelegt, und in denselben Kochsalz gesotten.

An einigen Quellen steigen sogar heiße und leuchtende Flammen hervor; auf andern sammelt sich ein Oehl, welches man Napht oder Naphta nennt. In der Nähe der Stadt Baku in Asien ist das berühmte ewige Feuer, zu dem die Indier häufig wallfahrten. Dieses Oehl wird in Baku zur Feuerung, zum Lichte ꝛc. verbraucht.

Von den Luftarten (Gasarten).

§. 217. Man versteht unter Luftarten alle elastischen, wägbaren Flüssigkeiten, die nicht, wie die Dämpfe, durch bloße Erkältung zersetzt, oder in eine tropfbare Flüssigkeit verwandelt werden. Seit Kurzem hat man gefunden, daß sich dergleichen Luftarten bei der Zersetzung vieler Körper erzeugen, und daß sie von sehr verschiedener Art sind. Man hat daher eigene Methoden und eigene Apparate (wie Fig. 195), um sie künstlich zu bereiten und aufzufangen. Sie werden auch Gasarten oder Gase genannt. Die merkwürdigsten derselben sind folgende:

1) Die Stickluft oder das Stickgas hat diesen Namen deßwegen, weil sie zum Athmen untauglich ist, und Menschen und Thiere darin ersticken müssen. Daher kann sie durch Beimischung von Lebensluft nicht nur unschädlich, sondern selbst heilsam gemacht

werden. Dieses ist der Fall mit unserer atmosphärischen Luft, die größtentheils aus solcher Stickluft besteht. Man kann diese daher aus der atmosphärischen Luft erhalten, wenn man den Antheil von Lebensluft, der in einer Quantität derselben befindlich ist, wie der Versuch (Fig. 196) zeigt, durch Feuer zerstört. In der Stickluft brennt kein Feuer, und daher erlischt eine Flamme, wenn es ihr an Lebensluft gebricht. Gewiß hat diese Luftart an vielen Naturerscheinungen Antheil, da sie in so großer Menge vorhanden ist, doch kennt man ihre Beschaffenheit und Wirkungsart noch nicht genug. Die atmosphärische Luft macht keine eigentliche Luftart aus, sondern sie ist eine Mischung (wie der berühmte Chemiker Lavaisier, der am 8. Mai 1794 als ein Opfer der französischen Revolution auf dem Blutgerüste starb, durch höchst sinnreiche Versuche zeigte) aus Stickgas und Sauerstoffgas, nebst etwas Kohlenstoffgas.

2) Die Lebensluft (Sauerstoffgas) hat ihren erstern Namen deßwegen, weil sie zum Leben oder zum Athmen unentbehrlich ist. Sie findet sich daher auch in Menge in unserer Atmosphäre, von der sie ungefähr den vierten Theil ausmacht. Sie wird aber durch das Athmen selbst zersetzt oder verzehrt, und daher muß ein Thier in Kurzem sterben, wenn es in ein Gefäß gesperrt wird, wo keine frische Luft hineinkommen kann. Zur Unterhaltung des Feuers ist diese Luftart vorzüglich geschickt; alle brennbaren Körper brennen in ihr viel heller, als in der gemeinen Luft, und man kann daher durch Hülfe derselben einen sehr hohen Grad von Hitze

hervorbringen. Sie wird aber durch das Verbrennen der Körper in ihr ebenfalls zerstört. — Den andern Namen hat sie daher, weil mehrere Körper, wenn sie in ihr verbrennen, dadurch in Säure verwandelt werden, und also der Sauerstoff einen Hauptbestandtheil dieser Luftart auszumachen scheint. Von der künstlichen Bereitung dieser Luftart in der Vorlesung.

Warum ist es schädlich, wenn viele Menschen in einem Zimmer beisammen sind? Warum brennen die Lichter daselbst trübe? Durch was für Mittel ersetzt die Natur den Verlust der Lebensluft wieder?

3) Die fixe Luft oder die Luftsäure, auch Kohlenstoffgas genannt, findet sich auch beständig in der Atmosphäre, wenn gleich in viel geringerer Menge, als die beiden vorhergehenden Luftarten. Sie erzeugt sich unstreitig fast überall im Innern der Erde; denn sie ist es, die dem gewöhnlichen Quellenwasser den stechenden, erfrischenden Geschmack ertheilt, an vielen Orten aber, z. B. in manchen Bergwerken und Höhlen (Hundsgrotte in Neapel), in Todtengewölben, in der Nähe mineralischer Quellen entsteht sie in großer Menge, daß sie sich in derselben anhäuft. Sie entwickelt sich aus gährenden Körpern, z. B. gährendem Wein und Bier, ingleichen aus glühenden Kohlen und vielen andern Körpern. In den mineralischen Wassern ist sie in Menge enthalten, und diese verdanken ihr den säuerlichen Geschmack. Zum Athmen ist sie durchaus untauglich, und man hat daher häufige Beispiele von Menschen, die in ihr erstickt sind. Es ist daher höchst gefährlich, in einem verschlossenen Zimmer Kohlen verglimmen zu lassen. Auch ein Licht löscht auf der Stelle in ihr aus.

Dieses Gas erhält man, wenn man auf Kreide oder rohen Kalk mit Wasser verdüntes Vitriolöhl gießt, wie Versuch (Fig. 197) zeigt. Von der künstlichen Bereitung mineralischer Wasser in der Vorlesung.

Was hat man bei Eröffnung von Gruben und Gewölben, die lange verschlossen waren, zu thun?

4) Die brennbare Luft oder das Wasserstoffgas zeigt schon durch ihren Namen die auffallende Eigenschaft an, daß sie sich entzünden läßt; doch findet dieß nur beim Zutritte der atmosphärischen Luft oder der Lebensluft statt. Wenn sie rein ist, so ist sie um vieles spezifisch leichter, als die atmosphärische Luft, und wird daher zur Füllung der Luftballons oder ärostatischen Maschinen gebraucht. Diese Art Luftbälle (wie Fig. 198) sind gewöhnlich von gefirnißtem Taffet. Diese Luftballons bleiben weit länger ausgespannt, als die Montgolfiers (Fig. 199); weil die brennbare Luft aus dem verschlossenen Ballone nicht so leicht entweichen kann. In dem Mongolfier aber muß die Ausdehnung des Ballons stets durch brennenden Spiritus erhalten werden, weil die erwärmte ausgedehnte Luft durch den Zutritt der kältern, atmosphärischen Luft ihre Ausdehnung verliert. Die eigentlichen Erfinder dieser Luftschiffe sind in den neuern Zeiten die Brüder Mongolfier, ihnen folgten Charles, de Rozier, Marquis d'Arlandes, Robert, Blanchard, Zombekari u. s. w. Noch im Jahre 1819 verunglückte eine solche Luftfahrt in Paris, und die beherzte Luftseglerin Blanchard büßte dabei ihr Leben ein.

Wird das Wasserstoffgas mit atmosphärischer Luft oder Lebensluft in gehörigem Verhältnisse vermischt, und

dann angezündet, so ist die Entzündung mit einem starken Knall verbunden, (man nennt daher die Mischung ein Knallgas) und, was sehr merkwürdig ist, es entsteht, wie schon früher bemerkt wurde, dadurch Wasser. Daß das Wasserstoffgas ein Bestandtheil des Wassers ist, beweiset der Versuch (Fig. 200), wovon schon gesprochen wurde. Zum Athmen ist sie ganz untauglich, auch löscht ein Licht sogleich darin aus, wenn es mitten in dieselbe hineingebracht wird. Dieses Gas erhält man, wenn man auf Eisenfeilspäne mit wasser verdünntes Vitriolöhl gießt. Von Natur entwickelt es sich häufig aus allen faulenden Körpern des Thier- und Pflanzenreiches, aus Kloacken, Abtritten, aus Gräbern, Kohlengruben und Bergwerken; daher wohl manche feurige Erscheinungen von ihr herrühren. Sie hat meistens einen übeln Geruch, und oft verschlimmert sich dieser noch durch die besondern Stoffe, die ihr beigemischt sind, und die zum Theil ihre Eigenschaften verändern, so daß man verschiedene Arten von brennbarer Luft hat.

Diese brennbare Luft gebraucht man auch zur Füllung der elektrischen Zündmaschine (Versuch Fig. 201 und 202) und Gasbeleuchtung. — Mehr hierüber in der Vorlesung.

VIII. Kapitel.

Von der Wärme.

§. 218. Mit der Lehre von der Wärme beginnt eine neue große Reihe der interessantesten und merkwürdigsten Naturerscheinungen, zu deren Erklärung die allgemeinen Gesetze über Bewegung, Druck und Schwere nicht mehr zureichen, und zu deren Hervorbringung Wesen ganz eigener Art wirksam zu seyn scheinen. Zu ihnen gehören Wärme, Licht, Elektrizität und Magnetismus. Sind sie Wesen von materieler Beschaffenheit, so müssen sie an Feinheit die luftförmigen Stoffe bei weitem übertreffen, da sie mit diesen nicht nur die Unsichtbarkeit gemein haben, sondern auch gar nicht mehr wägbar sind, das Gewicht eines Körpers nicht im mindesten vergrößern, sich nicht in Gefäße einsperren lassen, was alles noch mit dem leichtesten wägbaren Körper, dem Wasserstoffgase, welches dreizehnmal weniger, als die atmosphärische Luft wiegt, geschehen kann. Aus diesem Grunde nennt man auch diese Wesen, wie schon einmal erwähnt wurde, unwägbare Stoffe, Inponderabilien.

§. 219. Da das Daseyn dieser Stoffe, deren Feinheit wir uns nicht mehr vorzustellen vermögen, so sehr hypothetisch ist, so gibt es, besonders in Deutschland, viele Physiker, die keinen Glauben daran haben, und die Erscheinungen, zu deren Erklärung solche Stoffe angenommen werden, auf dynamischem Wege (§. 18) zu erklären suchen, indem sie behaupten, daß alle Erscheinungen der Wärme, des Lichts, der Elektrizität und des Magnetismus Wirkungen theils freier, theils gebundener Dehnkraft seyen. Gibt man auch zu, daß die dynamische Erklärungsart die Erscheinungen aus einem höhern Gesichtspunkte betrachtet, als die atomistische, so ist doch nicht zu läugnen, daß diese, wie jene, so wie überhaupt jede Erklärungsart über die Grundursache der Inponderabilien, immer nur eine Hypothese ist. Da nun die atomistische einfach ist, und einen so hohen Grad von Wahrscheinlichkeit hat, daß sich die Erscheinungen leicht und faßlich darauf zurückführen lassen, so gehen die meisten Physiker auch am liebsten von dieser Hypothese aus.

Ausführlich über beide Systeme wird jedesmal bei jedem einzelnen Kapitel der Inponderabilien in der Vorlesung gesprochen werden.

Anmerkung. Wer sich die Wärme als eine Erscheinung der frei werdenden Expansivkraft denken will, braucht nur überall, wo das Wort Wärmestoff steht, das Wort Wärmekraft zuzusetzen; denn es ist hier nicht um Hypothesen, sondern nur einzig um die Darstellung der Erscheinungen und der Gesetze derselben zu thun.

§. 220. Wärme ist die Empfindung des Gefühlsinnes, welche erregt wird, wenn wir einen Theil unsers Körpers stark reiben, oder uns den Sonnenstrahlen aussetzen. Sie hat sehr verschiedene Grade, von denen die

geringsten und größten unseren Nerven unerträglich sind. Ein sehr geringer Grad heißt Kälte; ein sehr hoher, Hitze. Bei hohen Graden der Hitze zeigt sich bei Metallen, bei Glas u. s. w. ein Leuchten; diesen Zustand nennt man Glühen; die Zerstörung eines Körpers durch die Hitze, das Verbrennen; den glühenden Dunst, der sich vom verbrennenden Körper losreißt, Flamme; die Erscheinung von Hitze mit Licht, Feuer; den Grad der Wärme, die Temperatur.

Von den verschiedenen Arten, wie Wärme erzeugt wird.

221. Erregung der Wärme wird bewirkt durch Reibung, Druck, Licht und Mischungen. Bekanntlich empfindet man schon Wärme, wenn man die Hände aneinander reibt. Eine Säge, womit man Holz durchsägt, der Bohrer, womit man Holz oder Metall bohrt, werden zuletzt so heiß, daß man sie nicht mehr anfassen kann. Mühlsteine, die ohne zwischengeschüttetes Getreide aufeinander laufen, können Brand verursachen. Bei dem gewöhnlichen Feueranschlagen durch Stahl und Stein werden die abgerissenen Stahlspäne glühend, schmelzen auch zum Theile in kleine Kügelchen zusammen, wie die Versuche mit dem Mikroskope zeigen.

Graf Rumford brachte in München einige Maß Wasser bloß durch Reibung eines stumpfen Bohrers auf dem Boden eines Kanonenlaufes zum Sieden. Verschiedene Völker in Südasien und Afrika haben eine bei uns nicht gewöhnliche Art des Feuermachens, indem sie zwei Hölzer stark aneinander reiben, ein Holz in dem Loche eines andern Holzes schnell herumdrehen. So kann man auch Wärme hervorbringen, wenn man einen Strick in dem Loche eines Pfahles schnell hin- und herzieht.

Sehr merkwürdig und neu ist die Entdeckung des sehr hohen Grades von Hitze, welche durch plötzliche und gewaltsame Zusammendrückung der Luft hervorgebracht wird, so daß dadurch leicht Feuer fangende Körper, als Zündschwamm u. dgl. entzündet werden. Diese kleinen Maschinen sind bekannt unter dem Namen pneumatische Feuerzeuge. (Versuch Fig. 203.)

Ferner kann Wärme vermittelst der Sonnenstrahlen hervorgebracht werden. Schon unser Gefühl lehrt uns, daß die Sonnenstrahlen das Vermögen haben, zu erwärmen, und unter manchen Umständen können Körper beträchtlich durch sie erhitzt, auch leicht entzündliche wohl entzündet werden. Nimmt man ein Brennglas oder einen Brennspiegel zu Hülfe, so kann man durch sie, wie später durch Versuche gezeigt wird, das heftigste Feuer hervorbringen. Hieraus folgt aber nicht, daß die Sonne selbst ein brennender Körper sey.

Außer diesem entzünden sich bisweilen Körper, ohne Hinzuthun von Feuer, bloß dadurch, daß sie untereinander vermischt werden. Die Entzündung geschieht bei manchen Mischungen plötzlich, bei andern langsamer. Man nennt dieß eine Selbstentzündung, und es kann seyn, daß diese manchmal statt findet, ohne daß wir es wissen, weil wir uns nicht rühmen können, alle Fälle zu kennen, in denen dieß geschehen kann. Man muß daher bei Aufbewahrung verschiedener Körper vorsichtig seyn, z. B. nasses Heu auf einen Haufen gepackt, entzündet sich nach und nach; — geröstete Kleien in leinenes Tuch gewickelt; Hanf und Flachs mit Oehl benetzt, und zusammengebunden; gemahlner Kaffee in Leinwand gepackt. — Die Zündhölzchen der erst erfundenen Feuerzeuge entzünden sich plötzlich, wenn sie in Schwefelsäure getaucht, und gleich wieder herausgezogen

werden. Hieher gehören auch die Entzündungen der Schwefelkiese, wenn Feuchtigkeit dazu kommt, wodurch in Bergwerken oft großer Schaden geschieht. — Weit beträchtlicher sind die Wirkungen der Selbstentzündung eines ganzen Lagers solcher Schwefelkiese, wenn aus dem Meere oder einem nahen See durch unterirdische Kanäle Wasser dazu kommt, wodurch die heftigsten Explosionen des Feuers, bei Ausbrüchen der Vulkane, und starke Erderschütterungen entstehen können. — Endlich ist noch zu bemerken, daß sich zuweilen auch Körper lebender Menschen von selbst entzünden, und in kurzer Zeit fast ganz zu Asche verbrennen. Die Ursache dieser fürchterlichen, zum Glücke der Menschheit nur selten vorkommenden Erscheinung ist noch nicht hinlänglich bekannt. Fast alle Menschen, die dieses Unglück betraf, waren bejahrte Personen, die den übermäßigen Genuß des Branntweins liebten. So ist z. B. nach dem Zeugnisse eines berühmten italienischen Arztes die 62jährige Gräfin Kornelia Bandi durch ein inneres Feuer zu Asche gebrannt worden.

Von der Mittheilung der Wärme durch gute Leitung.

§. 222. **Die Verbreitung oder Fortpflanzung der Wärme geschieht auf zweierlei Art: Durch Leitung und durch Strahlung.**

Durch Leitung. Wenn ein warmer Körper einen kälteren berührt, so theilt sich diesem letzteren die Wärme mit, und jenem wird so viel entzogen, bis beide gleiche Temperatur haben; dasselbe geschieht auch mit mehreren Körpern. Diese Mittheilung geschieht nicht plötzlich, sondern nach und nach.

Bei der Mittheilung der Wärme kommt es nicht auf die Dichtigkeit der Körper an, wie einige Physiker sonst glaubten. Zwar bieten dichtere Körper mehr Bewährungspunkte dar, durch welche die Wärme dem andern Körper entzogen werden könnte; auch ist es wahr, daß z. B. Metalle die Hitze leichter und eher fortleiten, als Holz u. dgl. Allein andere Erfahrungen zeigen, daß auch wohl weniger dichte Körper die Hitze besser leiten, als andere von größerer Dichtigkeit. Platina z. B. ist das dichteste Metall, und doch leitet es die Wärme weniger, als die meisten andern. Silber leitet die Wärme besser als Gold, obgleich es nicht so dicht ist.

§. 223. Metalle leiten die Wärme stärker als Hölzer u. dgl. Ein Eisendrath in eine Lichtflamme gehalten, wird geschwinder heiß, als ein hölzernes Stäbchen. Die metallenen Handhaben der Theekannen, Kessel ꝛc. werden mit Holz umgeben, oder mit Papier umwickelt, welches letztere ebenfalls nur schwach leitet. Glas und Harz leiten die Wärme nur schwach. Ein Stück Glas oder ein Stück Colophonium kann man lange in eine Lichtflamme halten, ehe es zu warm wird; dagegen man es mit einem Stücke Gold nicht so lange aushalten kann. Dünne Fensterscheiben halten die Wärme im Zimmer gut zusammen, wenn es auch außer demselben sehr kalt ist. Im Sommer verwehren sie der wärmern äußern Luft den Eingang ins Zimmer, so daß man es durch Verschließung der Fenster kühl erhalten kann.

§. 224. Schlechte Leiter der Wärme sind gute Wärmehalter. Dahin gehören meistens die lockeren Körper, als Holz, Papier, Wolle, Baumwolle, Seide, Federn, Pelz, Stroh, Moos, Haare, Asche u. dgl. Daher müssen gemauerte Zimmer länger geheitzt wer-

den, bis sie warm sind, als die, welche mit hölzernen Wänden versehen sind. — Ein Kleid von Leinwand hält nicht so warm, als eines von Wolle. — Die Wände und der Boden des Zimmers werden mit Tapeten und Fußteppichen versehen, um das Ausströmen der Wärmematerie zu hindern. — Bäume werden im Winter mit Stroh umwickelt, um sie vor dem Erfrieren zu schützen. Aus ähnlicher Ursache umwickelt man die Brunnröhren mit Stroh, und beschlägt die äußern Mauern eines Kellers mit Mist. — Da das Stroh ein schlechter Wärmeleiter ist, so ist ein damit bedecktes Dach im Sommer kühler, als ein Ziegeldach, im Winter aber wärmer. — Wasser kann in einem hölzernen Gefäße nicht zum Kochen gebracht werden. — Ein auf den warmen Ofen gesetztes Trinkglas wird durch unterlegtes Papier vor dem Zerspringen gesichert. — Wird ein Metalldrath mit Zwirn umwickelt, so kann man ihn lange in das Feuer halten, ohne daß der Faden brennt, weil sich die Hitze zuerst dem Eisen, als den bessern Wärmeleiter, mittheilt.

§. 225. Vierfüßige Thiere und Vögel sind besonders in kalten Gegenden von der Natur hinlänglich mit Wolle, Haare und Federn versehen, damit die Wärme des Körpers zusammengehalten wird. — Unter Asche werden Kohlen lange fortglimmen, ehe sie erlöschen. — Auch der trockene Schnee ist ein schlechter Wärmeleiter, aber ein sehr guter Wärmehalter; daher liebt man bei starker Kälte den Schnee als eine sehr gute Decke für das Erdreich und seine Gewächse, und scharrt Menschen, die vor Kälte erstarrt sind, eine Zeit lang in den Schnee, um sie nach und nach wieder zu erwärmen.

§. 226. Auch die Luft leitet die Wärme schlecht, wenn sie nicht in Bewegung gesetzt wird; daher halten Luftschichten, welche zwischen doppelten Fenstern und

Thüren entstehen, die Wärme des Zimmers zusammen.— Mäntel und andere weite Kleider halten den Körper wärmer, als enge Kleider, weil zwischen denselben und dem Körper eine Luftschicht entsteht, die die Wärme des Körpers nicht ausströmen läßt. — Doch muß die Luft trocken seyn; denn wenn sie feucht ist, so leitet sie die Wärme fort, oder vielmehr die Dünste des Wassers, die sich mit ihr verbinden. Daher ist die sogenannte nasse Kälte weit empfindlicher, als Kälte bei trockener Luft, und nasse Kleider entziehen dem Körper viele Wärme wegen des beständigen Verdunstens.

§. 227. Endlich leitet die Luft auch die Wärme leichter fort, wenn sie in starke Bewegung gesetzt wird, wie man empfindet, wenn man einen starken Luftzug ausgesetzt ist. — Darin liegt auch der Grund davon, daß die Luft eines Zimmers bald durch die Hitze des Ofens durchaus erwärmt wird; denn die den Ofen zunächst umgebende Luft wird zuerst erwärmt, ausgedehnt, dadurch leichter, als die andere Luft, und steigt in die Höhe. Darauf strömt andere kältere Luft nach den Ofen hin, wird auch erwärmt, und steigt alsdann in die Höhe. Dieses geht so fort, bis alle Luft erwärmt ist. Es entsteht ein beständiger Luftzug, der kreisförmig von unten nach oben, und wenn die obere Luft wieder erkältet ist, von oben nach unten geht. Es lassen sich daher beträchtlich hohe Zimmer nicht sehr gut heitzen, weil die wärmern Luftschichten zu weit oben sich befinden. — Versuche und mehrere Beispiele hierüber in der Vorlesung.

§. 228. Durch Strahlung. Wenn ein Körper so sehr erwärmt ist, daß er seine Hitze nicht geschwind genug durch die allmählige Mittheilung dem umliegenden Körper mittheilen kann, so bemerkt man

eine von jener langsamen Mittheilung ganz verschiedene Erscheinung, nämlich eine Strahlung der Wärme, die dieselbe nach geraden Linien und zwar mit großer Geschwindigkeit fortgepflanzt (die bis jetzt noch nicht bestimmt ist). Der Zustand dieser strahlenden Hitze scheint gleichsam Uebergang von bloßer Wärme zum Feuer (das heißt, zur Wärme mit Licht verbunden) zu seyn.

§. 229. Das Strahlen der Wärme bemerkt man am besten an folgendem Versuche: Man stelle zwei Brennspiegel einander gegenüber. In dem Brennpunkte des einen setze man einen heißen Körper, eine Lichtflamme, eine glühende eiserne Kugel oder siedendes Wasser, so wird man in dem Brennpunkte des andern eine merkliche Wärme empfinden, welche das Thermometer zum Steigen bringt; auch Zündschwamm läßt sich auf diese Art anzünden, wenn ein lebhaftes Kohlenfeuer in dem einen Brennpunkte, der Schwamm aber in dem andern Brennpunkte angebracht wird. — Auf die Fähigkeit des Körpers, Wärme auszustrahlen, hat die Beschaffenheit ihrer Oberflächen den größten Einfluß. Polirte Flächen strahlen nämlich die wenigste, unebene, rauhe und besonders berußte Flächen dagegen die meiste Wärme aus, deßhalb müssen Oefen und deren Röhren, da sie die Wärme schnell und leicht in den Zimmerraum ausstrahlen sollen, mit erdigen Farben angestrichen oder mit Graphit geschwärzt werden, um sie dadurch rauh zu machen, das Glasiren von thönernen Stubenöfen ist durchaus unzweckmäßig. Gefäße dagegen, in welchen Flüssigkeiten sich warm halten sollen, Thee- und Kaffeegeschirre müssen möglichst glatte Oberflächen haben, und wenn sie von Metall sind, polirt seyn. Um sich von dem großen Einflusse dieser Umstände auf die Wärme-

ausstrahlung der Körper zu überzeugen, mache man folgenden Versuch: Man nehme einen hohlen Würfel von Eisenblech, der oben geöffnet werden kann, und polire die eine Seitenfläche desselben möglichst glatt, die zweite belege man mit einer Glasscheibe, die dritte lasse man matt und überziehe die vierte mit Ruß, indem man sie in den Rauch einer Lichtflamme hält. Füllt man den so vorgerichteten Würfel mit kochendem Wasser an und hängt ihn dann vor einen Hohlspiegel, in dessen Brennpunkte die Kugel eines Thermometers steht, so auf, daß seine polirte Fläche gegen den Spiegel gerichtet ist, so wird das Thermometer sogleich steigen, endlich aber auf einem gewissen Punkte stehen bleiben. Jetzt wende man nun nach und nach erst die Glasseite, dann die matte, und endlich die berußte Fläche dem Spiegel entgegen; bei jeder dieser Veränderungen wird das Thermometer wieder steigen bis zu einem gewissen Punkte, und endlich durch die Strahlen der berußten Fläche auf dem höchsten Stande erhalten werden.

§. 230. Strahlende Wärme läßt sich auch noch auf andere Art durch Sammlung oder Anhäufung in einem Behältnisse verdichten, welches durch mehrere voneinander abstehende Glasscheiben verschlossen ist, die der Sonnenwärme oder einer andern strahlenden Hitze ausgesetzt werden. Diese wird, indem sie an schwerleitende Materie stößt, immer langsamer fortgepflanzt und dem innern Raume mitgetheilt, aus welchem sie nicht leicht wieder entweichen kann.

Anmerkung:

Bekanntlich wird in Treibhäusern und Mistbeeten die Wärme durch Bedeckung mit Glasfenstern (zumal, wenn sie doppelt sind) sehr unterhalten. Weit auffallender sind folgende Erfahrungen.

Sauſſure nahm einen Kaſten, der durch drei parallele Glasſcheiben verſchloſſen war. Wenn dieſer einige Zeit lang den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wurde, ſo ſtieg die Hitze darin 17 Grad über den Siedpunkt des Waſſers nach der Fahrenheitiſchen Scale, ſo daß das Waſſer darin zum Kochen gebracht wurde.

Ducarla gründete hierauf eine andere Vorrichtung, die er Feuerſammler nannte. Sie beſteht aus dünnen gläſernen Glocken von verſchiedener Größe, worin eine immer die andere einſchließt, ſo daß zwiſchen ihnen dünne Lufträume bleiben. Dieſe Glocken werden auf ein kegelförmiges Geſtelle geſetzt, ſo daß man Dinge, welche man erhitzen will, in den Raum der innerſten Glocke bringen kann. In dieſem ſammelt ſich, wenn die Sonne helle ſcheint, eine ſolche Hitze, daß man, wie Ducarla behauptet, große Maſſen Eiſen in Fluß ſetzen kann.

Von der Ausdehnung durch Wärme und Zuſammenziehung durch Kälte.

§. 231. Die Körper werden mehr oder weniger durch die Wärme ausgedehnt, ſowohl feſte als flüſſige. Eine Kugel von Wachs, welche auf kaltem Waſſer ſchwimmt, ſinkt in warmem unter. Hohle Glaskügelchen, die im kalten Branntweine ſchwimmen, gehen im wärmern unter. Durch die Ausdehnung iſt die Menge der Flüſſigkeit, welche ſo groß iſt, als die Kugel, leichter als vorher geworden, und kann dieſe nicht mehr tragen. — Gut anſchließende Kleider werden nicht ſo leicht aus- und angezogen, wenn der Körper erwärmt iſt, als wenn er kälter iſt. — Ein metallener Kegel (Verſuch Fig. 204), der kalt in eine ke-

gelförmige Hülse paßt, geht nicht mehr hinein, wenn er glühend gemacht worden ist. Ein metallener Stab wird in erhöhter Temperatur länger, worauf bei den Stäben der Pendel an Uhren Rücksicht genommen werden muß (wie oben gesagt worden ist). Geometrische Messungen mit eisernen Meßstäben und Meßketten müssen bei gleicher Temperatur vorgenommen, oder im gegenseitigen Falle die durch die größere oder geringere Ausdehnung bewirkte Veränderung oder Verkürzung derselben in Anschlag gebracht werden, wenn die Messung sehr genau seyn soll. — Queckſilber und andere Flüssigkeiten steigen und sinken in Röhren bei veränderter Temperatur, welches zur Verfertigung der Thermometer (wovon weiter unten die Rede seyn wird) Veranlassung gegeben hat. — Daß auch die Luft durch die Wärme sehr ausgedehnt werde, ist schon durch Versuche dargethan worden.

§. 232. Bei einigen Körpern findet sich von diesem Gesetze eine scheinbare Ausnahme:

1) Bei dem Eise, welches einen größern Raum einnimmt, als das Wasser, woraus es entstanden ist. Dieses kommt theils von den luftleeren Zwischenräumen her, die sich bei der plötzlichen Krystallisation des gefrierenden Wassers bilden, theils von den darin entstehenden, mit Luft erfüllten Bläschen, wovon schon früher gesprochen wurde; es hat sich also das Volumen des Wassers durch Mangel der Wärme eigentlich nicht vergrößert.

2) Schwinden Thon, nasses Holz, und alle Körper, die viele Feuchtigkeit enthalten, durch die Hitze zusammen, indem diese verdampft. Auch hier ist die Materie des Körpers selbst nicht durch die Hitze zusammengezogen worden.

§. 233. Manche feste Körper werden durch die Hitze so sehr ausgedehnt, daß der Zusammenhang ihrer Theile sehr abnimmt, und sie dadurch in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt oder geschmolzen werden. Das Schmelzen ist also eine Wirkung des mit Heftigkeit in großer Menge eindringenden Wärmestoffes. Es gibt leicht und schwer schmelzbare Körper, je nachdem ein geringerer oder größerer Grad der Temperatur dazu erforderlich ist. Queckſilber bleibt auch bei einem beträchtlichen Grade von Kälte immer noch flüssig. Zur Auflösung des gefrornen Wassers gehört ein größerer Grad von Wärme. Unter den Körpern, die gewöhnlicher Weise fest angetroffen werden, gehören Talg, Wachs ꝛc., zu den leicht schmelzenden, Metalle aber zu den schwer schmelzenden.

Luft und andere elastische Flüssigkeiten dehnen sich durch Wärme verhältnißmäßig um gleich viel aus. Die Ausdehnung anderer Körper läßt sich nicht so regelmäßig bestimmen. (Von dem Gebrauche, welchen man von der durch Feuer ausgedehnten und verdünnten Luft bei der Feuerfontaine, den Luftballons u. s. w. gemacht hat, ist bereits gesprochen worden.)

§. 234. Bei einem hinlänglichen Grade von Hitze werden die tropfbar flüssigen Körper in elastisch flüssige, oder in Dämpfe verwandelt. Das allmählige Verdampfen heißt auch Ausdünsten. Wenn man ein offenes Gefäß voll Wasser eine Zeit lang hinstellt, so wird die Quantität desselben immer mehr abnehmen, bis es ganz ausgetrocknet ist. Auch hievon ist die Ursache in der genauen Vereinigung des Wärmestoffes mit dem Wasser zu suchen, wodurch dasselbe eine der Luft ähnliche Gestalt bekommt (ohne doch selbst zu Luft zu werden), und sich als unsichtbare elastische Flüssigkeit,

wegen der geringen spezifischen Schwere, erhebt. — Auch feste Körper, wie z. B. Eis, verdunsten in allen Wärmegraden. Die Verdünstung ist eben so gut, wie das Schmelzen, eine Wirkung der ausdehnenden Kraft des Wärmestoffes.

§. 235. Bei hinlänglichem Grade der Hitze geht die bloße Ausdünstung in Verdampfung über. Manche Körper verdampfen, ohne erst flüssig zu werden, wie z. B. der Diamant, welcher durch große Hitze ganz in elastische Flüssigkeit aufgelößt werden kann. Aber die meisten Körper müssen erst flüssig gemacht werden, ehe sie sich in Dämpfe auflösen. Wenn die im Innern des Wassers (durch) Verbindung des Wärmestoffes mit den Theilchen des Wassers) sich bildenden Dämpfe Elastizität genug haben, daß sie den Druck der Luft auf die Oberfläche überwinden können, so steigen sie als Blasen in die Höhe; das Wasser siedet. (Diese Dämpfe sind 1600mal leichter, als das Wasser. — Da der Druck der Atmosphäre auf hohen Bergen nicht so stark ist, als in Thälern, so kann man daselbst das Wasser durch einen weit geringern Grad von Hitze zum Kochen bringen. Dieses geschieht auch bei Verdünnung der Luft unter der Glocke der Luftpumpe, wie auch Versuche bestätigen. Durch fortgesetztes Kochen wird die Temperatur des Wassers nicht erhöht: daher würde es eine wahre Holzverschwendung seyn, wenn man diese Erfahrung nicht berücksichtigen wollte.

§. 236. In ganz luftleerem Raume ist die Erwärmung der Hand dazu schon hinreichend, das Wasser zum Kochen zu bringen. Dieß sieht man bei dem Wasserhammer, wovon schon gesprochen wurde, und bei der Franklinischen Röhre, womit in der Vorlesung Versuche gemacht werden.

§. 237. Von der großen Ausdehnungskraft der Dämpfe, welche die Elastizität der Luft weit übersteigt, wurde schon bei der Elastizität der Luft gesprochen, und darüber Versuche gemacht.

Daß man auch die Elastizität der Dämpfe des kochenden Wassers zum Treiben großer Pumpenwerke und anderen Maschinen anwendet, wurde ebenfalls bei der Elastizität gesprochen. Diese Dampfmaschinen wurden vor ohngefähr hundert Jahren in England erfunden, durch Watt und Bolton sehr verbessert, und werden seit der Zeit häufig, auch in Deutschland bei Bergwerken, Salzwerken, Bierbrauereien ꝛc. gebraucht.

§. 238. Das Verdünsten geht stärker von statten bei höherer Temperatur; bei niedrigerer verdichten sich die Dünste wieder zu Tropfen. Die in einem Zimmer erzeugten Dünste hängen sich als Tropfen an die kalten Fensterscheiben. — Bei feuchter Luft, wenn es im Winter zu thauen anfängt, schlagen die Wände und steinerne Fußböden aus, wie man sich ausdrückt, d. i. die Dünste hängen sich an dieselben. Sind die steinernen Gebäude noch viel kälter, als die Luft, so bilden die gefrornen Dünste einen anhängenden Reif. — Aus dem Verdichten der Dünste ist auch die Entstehung des Thaues, des Nebels und der Wolken zu erklären, wovon später die Rede seyn wird.

§. 239. So lange die Dünste völlig elastisch in der Luft schweben, ist die Luft trocken; wenn sie aber bei verminderter Temperatur anfangen sich niederzuschlagen, und sich an andere Körper anzusetzen, so wird die Luft feucht. Diese in der Luft befindliche Feuchtigkeit wirkt auf mancherlei Art auf die Körper, besonders auf Stricke, Saiten, Papier, Holz, Elfenbein, Horn, Fischbein, Haare u. dgl. Einige werden dadurch in die Länge,

andere in die Quere ausgedehnt. Man bedient sich der Darmsaiten, die nach der Breite anschwellen und kürzer werden, zu Hygrometern, um daran die Feuchtigkeit der Luft zu bemerken. Mehr hierüber in der Vorlesung.

§. 240. Durch Mangel an freier Luft wird ein tropfbar flüssiger Körper fest. Dieses Festwerden oder Gestehen ist dem Schmelzen entgegengesetzt, und erfordert bei manchem Körper eine sehr niedrige Temperatur, (wie schon oben vom Queckſilber gesagt wurde) die wegen ihrer größern Verwandtschaft zum Wärmestoffe lange flüssig bleiben. Wasser gefriert bei weit geringerer Kälte. Viele Oehle gestehen aus Mangel an Wärme, welches auch ein Gefrieren genannt werden kann. Salzwasser und Säuren gefrieren nicht so leicht, als reines Wasser. Eben dieses ist der Fall mit geistigen Getränken. Wenn der Wein gefriert, so gefrieren eigentlich nur die wässerrichten Theile, und zwar zuerst die äußern Theile an den innern Wänden des Fasses; das Geistige, welches in der Mitte flüssig bleibt, gibt einen desto reinern und stärkern Wein. — Alcohol kann durch den stärksten Grad der Kälte, der durch Kunst hervorgebracht werden kann, nicht zum Gefrieren gebracht werden. — Meerwasser verliert seinen salzigen Geschmack durch das Gefrieren, aber geschmolzenes Meereis gibt süßes Wasser.

Von Thermometern und Pyrometern.

§. 241. Auf die Ausdehnung durch die Wärme gründet sich auch ein nützliches Werkzeug, die Grade der Wärme zu bestimmen, welches man das Thermometer (Wärmemesser, Thermoskop) nennt. Dieses besteht nämlich aus einer Glasröhre, in welcher Queckſilber oder gefärbter Spiritus steigt und fällt, je

nachdem die umgebende Luft oder andere Körper, mit denen das Werkzeug in Berührung gebracht wird, wärmer oder kälter sind.

§. 242. Die Erfindung des Thermometers fällt in die erste Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts, und wird dem Cornelius Drebbel, einem Landmanne aus Alkmaar in Holland, zugeschrieben. In der Folge ist dieß Werkzeug auf mannigfaltige Art verändert und verbessert worden. Man kann drei Arten von Thermometern unterscheiden:

1) Lufthermometer,
2) Weingeist- oder Queckſilberthermometer und
3) Metallthermometer und Pyrometer.

Die ersten steigen und fallen durch Ausdehnung und Zusammenziehung eingeschlossener Luft, die zweiten durch Veränderung des Volumens der tropfbaren Flüssigkeit, die dritten durch Veränderung des Volumens von Metall oder Thon.

§. 243. Das älteste Thermometer, welches Drebbel im Jahre 1630 angegeben hat, war ein Lufthermometer, aber sehr unvollkommen, weil es zugleich eine Art Barometer war, welcher durch den größern oder geringern Druck der Atmosphäre Veränderungen litt. Eine bessere Art von Lufthermometer ist das von Amontons angegebene. Ausführlich hierüber in der Vorlesung.

§. 244 Die zweite Art von Thermometern, wo die Ausdehnung einer tropfbaren Flüssigkeit die Veränderungen der Wärme angeben soll, wurde zuerst zu Florenz in Italien von der dortigen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1673 verfertigt. Man bediente sich

anfänglich des Weingeistes; allein in der Folge fand man Queckſilber vorzüglicher. Auch hatte man anfangs keine brauchbare Eintheilung der Scale dabei anbringen können. Hierzu iſt nämlich nothwendig, wenigſtens einen feſten Punkt zu haben, von welchem die Eintheilung anfängt.

§. 245. Fahrenheit (aus Danzig) und Reaumur (aus Paris) haben ſich nun um die Verbeſſerung dieſes nützlichen Werkzeuges vorzüglich verdient gemacht, indem beide die feſten Punkte für die niedrigſte und höchſte Temperatur genauer beſtimmten. Fahrenheit nahm zwei feſte Punkte an, nämlich den, wo das Queckſilber zu Danzig bei der größten Kälte des harten Winters 1709 ſtand, und welcher der künſtliche Gefrierpunkt genannt wird, weil man dieſe Kälte durch eine Miſchung von Schnee und Salmiak hervorbringen kann; und den, wo das Queckſilber ſteht, wenn es bis zum Sieden erhitzt iſt, oder den Siedpunkt des Queckſilbers. Den Zwiſchenraum zwiſchen dieſen beiden Punkten nahm er als Fundamentalabſtand an, und theilte denſelben in 600 gleiche Theile (oder Grade) ein. Alſo liegen zwiſchen beiden 180 gleiche Grade. Der 32ſte Grad iſt der Gefrierpunkt (Froſtpunkt) des Waſſers, und der 212te der Siedpunkt desſelben. Zum gewöhnlichen Gebrauche wird die Scale nicht länger, als zu 212° gemacht.

§. 246. Reaumur bediente ſich zu ſeinem Thermometer des Weingeiſtes, und nahm den natürlichen Gefrierpunkt des Waſſers für den Anfangspunkt an, den er mit o bezeichnet, den Raum zwiſchen Siedpunkt und Gefrierpunkt theilte er in 80 gleiche Grade. — Bei den Graden unter o wird wieder mit 1 zu zählen

angefangen; sie werden mit den Zeichen (—), so wie die über o mit (+) bezeichnet.

§. 247. Die Fundamentalabstände oder die Scale erhielten in der Folge noch mehrere Eintheilungen; so setzte de l'Isle bei dem Siedpunkte des Wassers o und bei dem natürlichen Gefrierpunkte 150. Celsius hingegen theilte den natürlichen Fundamentalabstand in 100 gleiche Theile, 100 wurden für den Siedpunkt, und o für den Frostpunkt gewählt. Mit der celsischen Scale stimmt die neue französische oder die Centesimal-Scale überein.

§. 248. Die Reaumurische Grade lassen sich leicht in Fahrenheitische und umgekehrt verwandeln. (Der Kürze wegen will ich sie mit R und F bezeichnen.) Derselbe Raum vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte des Wassers ist in 80° R. und 180° F. abgetheilt. Diese Zahlen verhalten sich wie 4 : 9. Also 9° F = 4 R. Da aber das o bei F noch 32° unter dem o des R. liegt, so muß auch darauf Rücksicht genommen werden. Beispiele: wie viele Grade R. geben 77° F.? Man ziehe von 77° — 32° ab, so ist der Rest 45. Also 9 : 4 = 45 : x, gibt x = 20. Also 77° F. = 20° R. Ferner: wie viele Grade F. geben 32° R.? Es ist 4 : 9 = 32 : x. Gibt x = 72, dazu 32 addirt, gibt 104 F. = 82° R.

Anmerkungen:

1) Die Eintheilung des reaumurischen Thermometers bezog sich aber nur auf die Ausdehnung des Weingeistes. Man hat nun aber auch Queckfilberthermometer mit reaumurischer Scale, für welche jene Eintheilung nicht paßt, und die daher nicht ganz richtig Reaumurische genannt werden; denn das

Queckſilber dehnt ſich vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte nicht um gleiches Volumen aus, wie der Weingeiſt. Man muß daher das eigentliche reaumuriſche Weingeiſtthermometer und das Queckſilberthermometer von 80 Graden nicht miteinander verwechſeln.

2) Die Thermometer zeigen übrigens nur die größere oder geringere Ausdehnung des Queckſilbers durch Wärme an, alſo eigentlich nicht die Menge der Wärme, die in der Luft, dem Waſſer ꝛc. befindlich iſt, was die Kugel umgibt. Sie heißen daher nur uneigentlich Wärmemeſſer.

§. 249. Feſte Metalle können zur Beſtimmung der Wärme dienen, obgleich die Queckſilberthermometer immer geſchickter zu dieſem Zwecke ſind. Das Allgemeine bei den Metallthermometern beſteht in einem Metallſtabe, der durch ſeine Ausdehnung oder Verkürzung höhere oder niedrigere Temperatur angibt. Um die Veränderungen merklich zu machen, verbindet man das eine Ende des Stabes mit dem kürzern Arme eines Hebels, deſſen längerer Arm auf einer Scheibe die Grade anzeigt. Von der neuen Art von Metallthermometern, die von dem Urmacher Holzmann aus Wien und Brequet aus Paris zuerſt verfertigt wurden, wird in der Vorleſung geſprochen.

§. 250. Zu höheren Graden der Hitze, die nicht mehr durch Queckſilber und andere Flüſſigkeiten bemerkt werden können (wegen des Verdampfens), bedient man ſich der Pyrometer. Muſchenbrök gab zuerſt dergleichen an. Wedgwood gebraucht dazu thönerne Würfel oder Cylinder, die bei verſchiedenen Erhitzungen in einen Winkel hineinpaſſen, welcher von zwei metalle-

nen, in Grade getheilten, Linealen gebildet wird. Thon zieht sich in der Hitze zusammen, je weiter also der Würfel in dem Zwischenraume der Lineale hineingeht, desto größer ist der Grad der Hitze. Diese Vorrichtung wird in der Vorlesung vorgezeigt.

Daß einige Körper, wie hier der Thon, durch hohe Grade der Hitze nicht ausgedehnt, sondern im Gegentheile zusammengezogen werden, rührt von Verflüchtigung der in ihren Zwischenräumen enthaltenen Materien her.

Anmerkung:

Auf der Ausdehnung der Wärme beruhet besonders auch die Kunst, verwelkte Blumen wieder zu beleben, welche hier vorzüglich als Beweis angeführt zu werden verdient. An den warmen Mineralquellen Gastein's machte man die Erfahrung, daß verwelkte Blumen, welche man in dieses heiße Wasser tauchte, wieder neu aufleben. Man versuchte dieses nun auch in andern, brühend heißem Wasser, und es erfolgte die nämliche Wirkung; — sogar im chemisch-destillirten Wasser.

Man stellt die gewelkten Blumen nämlich so weit in das heiße Wasser, daß der dritte Theil des Stengels von demselben bedeckt ist. Durch die Wärme des Wassers werden die während des Verwelkens zusammengeschrumpften Gefäße der Pflanzen wieder ausgedehnt, geöffnet, und nehmen das nach und nach erkaltete Wasser wieder ein, wodurch die Blumen wieder so frisch werden, als wenn man sie erst von dem Stocke abgebrochen hätte. Man bringt sogar ähnliches, aber doch schwächeres Aufleben wieder hervor, wenn man den Blumenstiel an ein brennendes Licht hält, und gleich darauf in kaltes Wasser setzet. Die Ursache ist die nämliche.

Von Bindung und Entbindung der Wärme bei gewissen Veränderungen der Form eines Körpers.

§. 251. Durch Wärme wird der Aggregatzustand der Körper verändert, und es wird dabei Wärme gebunden oder verschluckt (latent), wenn Körper aus dem festen Zustande in den tropfbaren, aus diesem in den expensiven übergehen; und umgekehrt wird Wärme frei bei den entgegengesetzten Uebergängen.

Wenn man gestossenes Eis nimmt, worin das Thermometer unter dem Gefrierpunkte steht, und dasselbe erwärmt, so steigt das Queckſilber bis zum Gefrierpunkte oder bis zu dem Punkte des zergehenden Eises hinauf, und das Eis fängt an zu schmelzen. Fährt man aber mit der Erwärmung fort, so steigt dennoch das Queckſilber nicht über den Gefrierpunkt hinauf, bis alles Eis geschmolzen ist. Alle Wärme also, welche noch hinzuströmt, wird auf das Zerschmelzen des Eises verwendet, und wird für das Thermometer unthätig. Man sagt daher: die Wärme werde gebunden, und unterscheidet freie, thätige Wärme, die auf Gefühl und Thermometer wirkt, von gebundener Wärme, die für beide unthätig ist.

Umgekehrt, wenn das Wasser erkältet wird, bis das Wasser unter dem Eispunkte steht (welches angeht, wenn das Wasser ruhig steht, und besonders, wenn dessen Oberfläche mit Oehl bedeckt ist), und man nun durch Schütteln dasselbe zum Gefrieren bringt, so steigt das Queckſilber im Thermometer bis zum Eispunkte hinauf. Ein Beweis, daß bei dem Gefrieren des Wassers Wärme, die vorher gebunden war, frei wird.

Aehnliche Erscheinungen bemerkt man bei andern Körpern, wenn sie aus dem festen Zustande in den

tropfbarflüssigen, und umgekehrt aus dem tropfbarflüssigen Zustande in den festen übergehen, daß nämlich in jenem Falle Wärmestoff gebunden, in diesem aber frei werde. Je schneller der Uebergang geschieht, desto merklicher ist auch der Erfolg der Bindung oder Entbindung.

Anmerkung:

Es erklären sich hieraus viele merkwürdige Erscheinungen, wovon hier einige angeführt werden:

1) Man kann Wasser über einem Kohlenfeuer gefrieren machen.

2) Wenn Schnee mit rauchendem Salpetergeist gemischt wird, so erfolgt eine starke Erkältung.

3) Ungelöschter Kalk erhitzt sich bekanntlich bei dem Löschen, das zugegossene Wasser geht nämlich hiebei in den festen Zustand über, indem es sich mit dem Kalke verbindet, wodurch die Wärme frei wird.

§. 252. So wie nach Obigen Bindung und Entbindung des Wärmestoffes beim Schmelzen und Gestehen erfolgt, so erfolgt es auch, wenn tropfbare Flüssigkeiten in Dünste oder Dämpfe, und umgekehrt, Dämpfe in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt werden.

Dieß zeigen unter andern folgende Erscheinungen:

1) Wenn man das Wasser an der freien Luft erhitzt, so steigt das Queckſilber am Thermometer bis zum Siedpunkte, und nicht höher. Alle noch zuströmende Wärme wird, wenn das Wasser zum Sieden gekommen ist, für das Thermometer unthätig. Das Wasser, so bald es kocht, nimmt, wie schon früher gesagt wurde, keine Hitze weiter an, und

2) auch die Gefäße, worin das Wasser kocht, können nicht merklich über den Siedpunkt erhitzt werden, wenn

sie offen sind. Man kann daher Wasser in einem papiernen Kästchen über der Lichtflamme zum Kochen bringen, ohne daß das Papier anbrennt, wie der Versuch auch zeigt.

3) Durch Wasser kann man im Sommer ein Zimmer abkühlen.

4) Nasse Kleider erkälten den Körper sehr wegen Verdünstung der Nässe.

5) Wenn man im Sommer eine Bouteille mit Wasser mit einem feuchten Tuche umwickelt, so bleibt das Wasser länger frisch.

6) Die Erhitzung des menschlichen Körpers wird durch Schwitzen vermindert; daher können es Menschen bei großem Feuer der Schmelzöfen lange aushalten. Ueberhaupt wird es dem, der zum Schwitzen geneigt ist, nie so heiß werden, als andern, weil durch dieses Verdünsten viele Wärme entzogen wird. Wie durch Verdünsten der anhängenden Feuchtigkeit bei feuchter Luft, oder bei Regenwetter, ferner des anhängenden Schnees an den Füßen, der sich in dem warmen Zimmer auflöset, Erkältungen der Glieder, und daraus öfters schädliche Folgen für die Gesundheit entstehen können, ist hieraus leicht einzusehen. Je schneller die Verdampfung vor sich geht, desto größer wird die Kälte. Daher könnte man einen nackten Menschen durch fortgesetztes Besprengen mit Naphta (die äußerst schnell verdampft) selbst in gemäßigter Temperatur der Luft erstarren machen, so daß er am Ende erfrieren müßte.

7) Nimmt man die Frankliniſche Röhre (wovon schon gesprochen wurde), wo zwei gläserne luftleere Kugeln mit einer Röhre, worin etwas ge-

färbter Weingeist befindlich ist, verbunden sind, in die Hand, so läuft er in der horizontalen Röhre in die andere Kugel, und fängt an stark zu sieden; die Hand aber, durch deren Wärme dieses bewirkt wird, empfindet eine plötzliche Kälte.

Umgekehrt: Wasserdampf erhitzt den Deckel eines Theekessels, an dem er sich zu Wassertropfen zersetzt, und zwar weit stärker, als eine gleiche Menge eben so warmen Wassers.

§. 253. Freie Wärme wird auch gebunden, wenn eine Materie in den luftförmigen Zustand, und umgekehrt, gebundene Wärme wird wieder frei, wenn sie aus dem luftförmigen Zustande in einen flüssigen oder festen übergeht.

Erscheinungen, welche die Entbindung der vorhin gebundenen Wärme aus Luftarten zeigen, sind folgende:

1) Lebensluft und Salpeterluft, mit einander vermischt, zersetzen sich; es entsteht aus den luftförmigen Stoffen Salpeterdampf, und es erfolgt Erhitzung.

2) Phosphorluft entzündet sich von selbst, wenn sie mit Lebensluft in Berührung kommt.

§. 254. Man bemerkt einen Unterschied in der Bindung des Wärmestoffes. Nämlich in den Fällen, wo eine Materie aus dem festen in den flüssigen, oder aus diesem in den dampfförmigen Zustand übergeht, ist die Bindung des Wärmestoffs nicht so innig und fest, als bei dem Uebergange in den luftförmigen Zustand. Dort läßt er sich durch einen kalten Körper wieder trennen, und es erfolgt der rückwärts gehende Uebergang der Materie aus dem dampfförmigen in den flüssigen, und aus diesem in den festen Zustand.

Der Wärmestoff scheint hier gleichsam nur anhängend gewesen zu seyn. Hingegen in luftförmigen oder bleibend (permanent) elastischen Stoffen ist der Wärmestoff wirklich chemisch gebunden, indem sie nicht durch Druck oder Kälte zersetzt und zum dampfförmigen, tropfbarflüssigen oder festen Zustand zurückgebracht werden können, sondern nur durch chemische Verwandtschaft.

§. 255. Wenn zwei gleichartige Materien von gegebener Menge und Temperatur zusammengemischt werden, die Temperatur der Mischung zu finden.

Man multiplizire jede Menge mit ihrer Temperatur, und dividire die Summe dieser Produkte durch die Summe der Mengen. Diese Verfahrungsart ist eine leichte Anwendung der gemeinen Vermischungsrechnung. Man nennt es die Richmann'sche Regel.

Aufgabe: Es werden 31 Maß Wasser von 82° F. und 19 Maß Wasser von 32° F. zusammengemischt, so ist die Temperatur der Mischung $= \frac{31 . 82 + 19 . 32}{31 + 19} = \frac{2542 + 608}{50} = \frac{3150}{50} = \frac{315}{5} = 63°$ F.

Die Erfahrung bestätigt diese Richmann'sche Regel (außer daß während des Versuches etwas Wärme verloren gehen kann).

§. 256. Zu finden, in welchem Verhältnisse gleichartige Materien von gegebenen Temperaturen vermischt werden müssen, damit die Mischung eine verlangte Temperatur erhalte.

Die Verfahrungsart hievon ist eine Anwendung der umgekehrten Vermischungsrechnung oder sogenannten Alligationsrechnung. Daß die verlangte Temperatur der Mischung zwischen beiden Temperaturen der gegebenen Materie fallen müssen, ist für sich klar.

Aufgabe: Aus kochendem Wasser von 212° F. und kaltem Wasser von 32° soll ein warmes Bad von 96° (gewöhnliche Blutwärme) bereitet werden. Die Badwanne wird mit 24 Eimer, jeden zu 10 Maß, also mit 240 Maß, bis zu gehöriger Höhe gefüllt. Wie viel heißes und wie viel kaltes Wasser muß man nehmen?

Wenn von dem heißen Wasser A Eimer, von dem kalten B Eimer genommen werden, so muß nach der Richmann'schen Regel seyn:

$$\frac{A \cdot 212 + B \cdot 32}{A + B} = 96.$$

Also $A \cdot 212 + B \cdot 32 = A \cdot 96 + B\ 96$,

oder $A \cdot (212 - 96) = B \cdot (96 - 32)$,

das ist $A \cdot 116 = B \cdot 64$,

also es muß sich verhalten

$$A : B = 64 : 116$$

$$A : B = 16 : 29.$$

Zu 45 Maß Mischung müssen also genommen werden 16 Maß heißes und 29 Maß kaltes Wasser. Wie viel demnach zu 240 Maß genommen werden müssen, ergibt sich nach gewöhnlicher Regeldetrie.

$45 : 240 = 16 : 85\frac{1}{3}$ Maß heißes

$45 : 240 = 29 : 154\frac{2}{3}$ Maß kaltes

240 Maß.

Die Probe zeigt die Richtigkeit der Rechnung. Die Temperatur der Mischung ist nämlich

$$\frac{85\frac{1}{3} \cdot 212 + 154\frac{2}{3} \cdot 32}{240} = \frac{18090\frac{2}{3} + 4949\frac{1}{3}}{240} = \frac{23040}{240} = 96°,$$

wie verlangt war.

§. 257. Wenn ungleichartige Materien von gegebener Temperatur zusammengemischt werden, so ist die Temperatur der Mischung kleiner oder größer, als sie nach der Richmann'schen Regel seyn sollte, je nachdem die Capacität der Materie ist.

Unter Capacität versteht man die Eigenschaft der Körper, mehr oder weniger Wärmestoff zu verbrauchen, um zu einer gegebenen Temperatur zu gelangen. Daß die Capacität für verschiedene Materien verschieden sey, erhellet aus Folgendem:

1) Wenn man 1 Pfund Quecksilber von einer Temperatur von 100° mit 1 Pfund Wasser von 78° vermischt, so sollte nach der obigen Regel die Temperatur der Mischung $= \frac{100 + 78}{2} = 89°$ seyn; allein die Erfahrung lehrt, daß die Temperatur der Mischung kleiner, nämlich nur 79° wird. Das Quecksilber verliert also von seiner Wärme 21°, dagegen das Wasser nur 1° gewinnt.

2) Wenn man umgekehrt 1 Pfund Wasser von 100° und 1 Pfund Quecksilber von 78° vermischt, so sollte nach der Richmann'schen Regel die Temperatur der Mischung wiederum 89° seyn; man findet sie aber nun größer, nämlich 99°. Das Wasser verliert also von seiner Wärme 1°, dagegen das Quecksilber 21° gewinnt.

§. 258. Man schließt hieraus Folgendes: Weil das Wasser nur 1° wärmer wird, wenn das Quecksilber um 21° erkältet, und umgekehrt, so muß 21mal so viel Wärmestoff nöthig seyn, um das Wasser zu einer gewissen Temperatur, als das Quecksilber zu derselben Temperatur zu bringen.

Also, wenn das Wasser und Queckſilber beide gleiche Temperatur haben, ſo iſt in dem Waſſer 21mal mehr Wärmeſtoff, als in dem Queckſilber (es werden immer gleiche Maſſen vom Waſſer und Queckſilber angenommen). Das Waſſer hat eine 21mal größere ſpezifiſche Wärme oder Capacität, als das Queckſilber. Spezifiſche Wärme iſt ſonach die Menge des Wärmeſtoffes in verſchiedenen Körpern von gleicher Temperatur und Maſſe. Man kann auch ſagen: das Waſſer bindet 21mal mehr Wärmeſtoff, als ebenſoviel Queckſilber.

Anmerkung.

Wie im obigen Beiſpiele an Waſſer und Queckſilber gezeigt iſt, ſo findet ſich eine ähnliche Verſchiedenheit bei andern Materien. Wenn man z. B. Waſſer und Leinöhl in gleich großer Menge, in gleichen Gefäßen, an das nämliche Feuer ſtellt, ſo ſollten beide Flüſſigkeiten in einer beſtimmten Zeit eine gleiche Temperatur annehmen; allein der Verſuch zeigt, daß, wenn das Waſſer bis zu 14° erwärmt iſt, das Leinöhl ſchon bis auf 28° erhitzt ſey; folglich muß das Waſſer die Hälfte des ihm mitgetheilten Wärmeſtoffes mit ſich verbunden haben, ohne ihn auf das Thermometer wirken zu laſſen, und wenn das Waſſer bis zu 28° erhitzt werden ſoll, ſo wird hiezu doppelt ſo viel Wärme erfordert, das Leinöhl dahin zu erhitzen.

§. 259. Bei Miſchungen, wo ein Uebergang aus feſtem, tropfbaren dampf- oder luftförmigen Zuſtande vorgeht, bindet und entbindet ſich ebenfalls Wärme.

Zum Beiſpiel: Miſcht man 1 Pfund Eis oder Schnee von 32° F. mit 1 Pfund Waſſer von 172°, ſo ſchmilzt das Eis durch die Wärme des zugegoſſenen Waſſers, und wenn alles flüſſig iſt, ſo hat die Mi-

schung nur noch die Temperatur von 32°, welche das Eis schon vor der Mischung hatte. Es sind also 140° Wärme von dem schmelzenden Eise gebunden (verschluckt, latent) geworden.

§. 260. Umgekehrt, wenn man zu 1 Pfund Eis von 4° F. 1 Pfund Wasser von 32° gießt, so wird ungefähr $\frac{1}{5}$ Pfund Wasser in Eis verwandelt; die übrigen $\frac{4}{5}$ Pfund bleiben flüssig, und das Ganze, nämlich das vorige Eis, das neu hinzukommende Eis und das übriggebliebene Wasser hat die Temperatur von 32°; also $\frac{1}{5}$ Pfund Wasser von 32° setzte beim Gefrieren so viel Wärme an das erstere Eis ab, daß dieses dadurch um 28° wärmer wurde. Ein ganzes Pfund Wasser von 32° würde also, wenn es gefrierte, 5mal 28 oder 140° absetzen.

Anmerkung:

Diese lehrreichen Versuche sind von Black, Lavoisier, Wilke und mehrern andern angestellt worden.

§. 261. Von der Wärme des menschlichen Körpers, und überhaupt der Körper der warmblütigen Thiere, lassen sich vorzüglich drei Ursachen angeben:

1) Durch Verdauung der Nahrungsmittel, welches eine Art von Gährung ist, wird viele Wärme frei;

2) durch das Festwerden flüssiger Stoffe im Körper entwickelt sich Wärme, indem sich nämlich aus dem Nahrungssafte und Blute, Fett, Fleisch und Knochen erzeugen;

3) durch das Einathmen. Es verbindet sich ein Theil des Sauerstoffes der eingeathmeten atmosphärischen Luft mit dem Kohlenstoffe im Blute, zu dem er stärkere Verwandtschaft, als zu den Wärmestoff hat. Das dabei erzeugte kohlensaure Gas geht bei dem

Ausathmen fort, und die freigewordene Wärme theilt sich zum Theile dem Blute mit; daher die große Erhitzung bei starkem Einathmen, starkem Laufen, oder anderer heftiger Arbeit.

Zur größern Absonderung der Wärme haben warmblütige Thiere größere Lungen, als kaltblütige.

§. 262. Die Temperatur des Blutes bei gesunden Menschen ist 28° R. = 96 F. In der Jugend ist sie etwas höher, als im Alter; auch bei Fieberhitze höher als sonst. — Durch Angewöhnung kann es der Mensch dahin bringen, daß er einen hohen Grad von Kälte und Hitze ertragen kann, ohne daß die Temperatur des Blutes merklich verändert wird. Beispiele hierüber in der Vorlesung.

§. 263. Wenn Licht und Wärme in solcher Menge entwickelt werden, daß man dabei Licht sieht und Wärme fühlt, so nennt man diese Erscheinung Feuer; bei dem Verbrennen der Körper, wobei die verbrennenden Körper, und die zum Verbrennen nöthige Luft eine Zersetzung erleiden, wird eben Licht und Wärme in bedeutender Menge entwickelt, die nun in Verbindung das Feuer bilden. Viele Körper verbrennen nur mit einem glühenden Schein, wie unter andern mehrere Metalle, andere mit einer Flamme; wenn nämlich die Körper selbst flüchtig sind, oder flüchtige brennbare Theile enthalten, z. B. Wachs, Oehl, Holz u. s. w. Die Flamme ist nichts anders, als ein brennender Dampf oder ein brennendes Gas. Es gibt Körper, die, wenn sie eine gewisse Zeitlang einem anhaltenden Strom von Licht und Wärme ausgesetzt werden, ebenfalls in das Glühen gerathen, ohne zu brennen, wie unter andern Steine oder erdigte Körper. Dieses Glühen ist nichts anders, als ein Wiederausströmen der empfangenen Licht- und Wärme-

theile; die Körper selbst sind nicht brennbar und heißen unentzündliche Körper.

§. 264. Die Gefahr, in welche uns die Gewalt des Feuers bringen kann, nöthigt uns auf Mittel bedacht zu seyn, ihr zu widerstehen. Das beste Mittel, das Feuer zu löschen, ist das Wasser; denn:

1) kann es als ein flüssiger Körper in alle Vertiefungen und Ritzen eines brennenden Körpers eindringen;

2) kann es sich dicht an den Körper anlegen und die Luft von ihm abhalten;

3) entzieht es dem Körper die Wärme leicht, und kühlt ihn dadurch ab; noch mehr geschieht dieß

4) indem es sich in Dampf verwandelt;

5) kann es selbst nicht entzündet werden, wie manche andere Flüssigkeiten, z. B. Oehl.

Von den künstlichen Löschungsmitteln. — Wie thöricht das Besprechen des Feuers ist. — Nöthige Vorsicht bei brennendem Fette oder Oehle. — Wie geht es zu, daß sich ein kleines Feuer mit dem Munde aus- und anblasen läßt u. dgl. in der Vorlesung.

§. 265. In Ansehung der Feuersgefahr wird es gut seyn, folgende Regeln in Acht zu nehmen:

1) Man muß bei entstandenem Feuer so früh als möglich zu Hülfe eilen, und es gleich im Anfange zu unterdrücken suchen.

2) Muß man den Luftzug so viel als möglich verhindern, und nicht etwa Thüren und Fenster aufsperren, um den Rauch herauszulassen. Oft läßt sich ein Feuer anfangs mit einem Mantel oder etlichen Schaufeln Sand oder Asche ausslöschen. Nasse Säcke oder Lappen, Säcke mit Mist u. dgl. thun sehr gute Dienste.

3) Man muß das Wasser nicht in die Flamme hineingießen, sondern an das brennende Holz, an die Stelle, wo das Feuer auflodert. Noch besser ist es, mit nassen Lappen, die an eine Stange gebunden sind, über das brennende Holz hinzufahren. Dergleichen Löschwische sollte man immer in Bereitschaft haben.

4) So vortrefflich die großen Wasserspritzen sind, so sind doch die kleinen Handspritzen, die man leicht im Hause herumtragen kann, in vielen Fällen noch wirksamer, und daher ihr Gebrauch sehr zu empfehlen.

5) Es ist nöthig, im Hause immer eine Quantität Wasser zum Löschen in Bereitschaft zu halten, und sich mit seinen Hausgenossen zu berathschlagen, wie man sich bei Feuersgefahr zu verhalten habe.

Das Feuer in einem Kamine läßt sich oft durch Schwefel, den man in Menge darunter anzündet, oder durch das Hinaufschießen, löschen.

IX. Kapitel.

Vom Lichte.

§. 266. Das Licht ist diejenige imponderable, elastische Materie, vermittelst welcher man Gegenstände durch den Sinn des Gesichtes wahrnehmen kann. Es verbreitet sich von einem leuchtenden Körper nach allen Seiten aus, und pflanzt sich in gerader Linie, die man Lichtstrahlen nennt, fort; daher verhindern uns dunkle Körper die Gegenstände, welche hinter ihnen sind, zu sehen. Was das Licht eigentlich sey, weiß man nicht. Es gibt vorzüglich drei Hypothesen:

1) das Newtonische Emanationssystem,

2) das Eulerische Vibrationssystem, und

3) das Dynamische System.

Mehr davon in der Vorlesung.

§. 267. Von welcher außerordentlicher Feinheit die Lichtstrahlen der Lichtmaterie, die sich durch den ganzen Weltraum verbreiten, und das Mittel sind, wodurch wir von den entferntesten Weltkörpern Eindrücke empfangen und wahrnehmen, seyen, kann man dadurch beurtheilen,

daß das Auge eine so große Menge von Gegenständen zugleich übersieht, und von jedem kleinsten Theile dieser Gegenstände Strahlen aufnimmt. Wenn durch ein Blatt Papier ein Loch mit einer Stecknadel gemacht wird, so kann ein Mensch, der sich auf den Rücken legt, dadurch den hellen Himmel übersehen. In diesem Raume können aber nach unserm Augenmaße schon wenigstens 1000 Billionen Sterne sich befinden. Wenn nun jeder Stern nur 100 Strahlen auf unser Auge werfen sollte, so würden zugleich 100,000 Billionen Strahlen durch jene kleine Oeffnung gehen.

§. 268. Die Körper werden in leuchtende und dunkle eingetheilt. Die erstern sieht man deßwegen, weil sie selbst den Grund enthalten, warum die Lichtmaterie von ihnen bis zum Auge fortstrahlt. Die letzten ersieht man nur dann, wenn sie die von leuchtenden Körpern empfangenen Strahlen zurückwerfen; daher kann man ursprüngliches und mitgetheiltes Licht unterscheiden. Welche Körper zu den leuchtenden, und welche zu den dunkeln gehören, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 269. Die dunkeln Körper sind theils undurchsichtig, theils durchsichtig. Die letztern pflanzen das Licht durch ihre Masse fort, so, daß man Körper, die hinter ihnen liegen, sehen kann. Jede Materie kann wenigstens einigermaßen durchsichtig werden, wenn sie in sehr dünne Blättchen oder Scheibchen zertheilt wird, wie Goldblättchen. Dagegen werden große Massen von durchsichtigen Körpern desto weniger Licht durchlassen, je breiter sie sind; z. B. sehr dickes Glas, eine große Menge Wasser, eine sehr breite Luftschichte u. s. w. Daß die Durchsichtigkeit nicht bloß von der Dichtheit der Materie abhängt, und daß es keinen vollkommen

durchsichtigen Körper gibt, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 270. Dunkle und undurchsichtige Körper werden nur an der einen Seite, welche gegen den leuchtenden Körper gekehrt ist, erleuchtet, auf der andern Seite werfen sie einen Schatten (wie Fig. 206 zeigt). Da die Strahlen des leuchtenden Körpers in geraden Linien auf den Körper fallen; so wirft derselbe noch einen Schatten B (Fig. 206) hinter dem Körper auf die gerade entgegengesetzte Seite des Lichtes, welcher der Kernschatten heißt. Die Figur des Kernschattens wird von den äußersten Lichtstrahlen, welche an der Gränze des Körpers zunächst vorbeistreichen, bestimmt. So wirft z. B. ein kugelförmiger Körper A (Fig. 207) einen kreisrunden Schatten B; eine Pyramide A (Fig. 208) einen spitzigen Kernschatten B; ein Kreuz (Fig. 209) einen kreuzähnlichen Schatten AB. Wenn ein kleiner leuchtender Körper einen größern dunkeln Körper erleuchtet, so breitet sich der Kernschatten hinter dem dunkeln Körper immer weiter aus, wie der Schatten C eines Körpers A (Fig. 210), vor welchem eine Lichtflamme B gestellt wird. Sind der leuchtende und dunkle Körper von gleicher Größe und Figur, so entsteht ein Schatten von Prismatischer Form. Sind diese Körper zwei gleich große Kugeln, wie A und B (Fig. 211) zeigt, so wird der Schatten zylinderförmig. In allen diesen Fällen geht der Schatten ohne Ende fort, wenn er in den leeren Raum fällt. Ist aber der leuchtende Körper größer als der dunkle, so wird der Schatten kegelförmig oder pyramidenförmig, und ist begränzt. So z. B. hat der Schatten der Erde die Gestalt eines Kegels A. Seine Größe läßt sich aus der Entfernung der Erde von der Sonne S, und dem

Verhältnisse beider Weltkörper (Fig. 212) bestimmen.— Daß der Kernschatten von dem Halbschatten unterschieden sey, (der letztere entsteht da, wo noch Lichtstrahlen von einigen Theilen des leuchtenden Körpers hinkommen können) dieß zeigt (Fig. 212) deutlich. Doch sind beide nie scharf begränzt.

§. 271. Viele Körper haben die Eigenschaft, (wie schon früher gesagt wurde) daß, wenn sie einige Zeit erleuchtet gewesen sind, sie auch im Dunkeln einen Glanz um sich werfen, z. B. der sogenannte Bologneser Stein, der Balduinische Phosphor u. s. w. Es ist zu vermuthen, daß alle Körper eine gewisse Anziehungskraft gegen die Lichtmaterie haben, und dieselbe gleichsam einsaugen, ob wir gleich das im Dunkeln wieder ausströmende Licht wegen der geringen Quantität derselben nicht sehen können.

§. 272. Da jeder strahlende Punkt das Licht nach allen Seiten hin verbreitet, so wird eine Fläche (wie die Photometrie lehrt) desto mehr von diesen Strahlen auffangen, je näher sie dem strahlenden Punkte ist. Je nachdem die Fläche kreisförmig, oder in geraden Linien eingeschlossen ist, wird sie die Grundfläche eines Strahlenkegels oder einer Strahlenpyramide seyn, deren Spitze der strahlende Punkt ist. — Strahlen, die von sehr weit entferntem Lichte herkommen, nähern sich der parallelen Lage. Ist die Entfernung des Lichtes in Vergleichung mit der Größe der Ebene, worauf die Lichtstrahlen fallen, unendlich groß, so verwandelt sich der Strahlenkegel in einen Strahlenzylinder oder Prisma. Aus diesem Grunde können alle Strahlen der Sonne, die auf die Erde fallen, als parallel laufend angesehen werden.

§. 273. Die Stärke der Erleuchtung verhält sich verkehrt, wie die Quadrate der Entfernung verschiedener Flächen von dem Lichte. Dieß macht der Versuch (Fig. 213) deutlich, wo bei A der leuchtende Körper sich befindet. Die Flächen B, C, D erhalten alle dieselbe Lichtmaterie, aber die zwei- oder dreimal weitere Fläche wird vier- oder neunmal weniger erleuchtet seyn, als die nur einmal entfernte Fläche. In der doppelten Entfernung von dem leuchtenden Körper ist die Helligkeit nur ein Viertelmal so groß, als in der einfachen Entfernung. Von dem Verhältnisse der Helligkeit der Planeten wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 274. Bei der Beleuchtung kömmt es auch darauf an, ob die Strahlen senkrecht oder schief auf die Fläche eines dunkeln Körpers fallen. Wenn die Ebene AB (Fig. 214) das Licht senkrecht auffängt, so wird diese Ebene, wenn sie unter einen gewissen Winkel geneigt ist, weit weniger von diesen Strahlen erhalten, wie auch die Versuche deutlich zeigen.

§. 275. Die Fortpflanzung des Lichtes geschieht mit einer so großen Geschwindigkeit, daß sie für jede Entfernung auf der Erde als augenblicklich anzusehen ist. Erscheinungen am Himmel aber haben gelehrt, daß sie wirklich nach und nach geschieht; aber so schnell, daß sie in einer Sekunde ungefähr 40,000 geographische Meilen beträgt.

Zuerst hat diese Entdeckung ein Däne, Namens Olaph Römer, um das Jahr 1675 auf der Sternwarte zu Paris gemacht, nach ihm ist sie durch Bradley und andere Astronomen bestätigt worden. Von der Sonne bis zur Erde zu kommen, braucht das Licht eine Zeit von ungefähr acht Minuten. Dieß macht (Fig. 215) anschaulich.

Von der scheinbaren und wahren Größe.

§. 276. Wenn das Auge in C (Fig. 216) ist, so bilden zwei von den äußersten Enden des Gegenstandes AB kommende Lichtstrahlen AC und BC einen Winkel, unter welchem man den Gegenstand sieht. Dieser heißt der Sehwinkel. Er bestimmt die scheinbare Größe eines Gegenstandes, welche von der wahren Größe desto mehr verschieden ist, je entfernter der Gegenstand, also je kleiner der Sehwinkel ist. — Wenn zwei Gegenstände AB und ab (Fig. 217) von gleicher Größe sind, wo aber einer dem Auge näher steht, als der andere, so sieht das Auge den nähern größer, und den entferntern kleiner. Diese scheinbare Größe richtet sich jedesmal nach dem Sehwinkel.

Gegenstände, die unter demselben Sehwinkel liegen, erscheinen gleich groß. Ist das Auge (Fig. 218) in C, so wird der nähere Baum ab so groß, wie der weitere AB erscheinen.

Warum scheinen uns Sonne und Mond gleich groß zu seyn?

§. 277. Die Erfahrung lehrt, daß ein Gegenstand nicht mehr bemerkt wird, oder in einem Punkte zusammenschwindet, wenn der Sehwinkel kleiner als 40 Sekunden oder $\frac{2}{3}$ einer Minute oder auch nur 30 Sekunden oder $\frac{1}{2}$ Minute groß ist (die verschiedene Schärfe des Gesichts der Menschen macht hier kleine Abänderungen, daher diese Annahme nur im Durchschnitte richtig ist); also verschwinden selbst sehr große Gegenstände für uns ganz, wenn sie sehr weit entfernt sind. Doch macht der starke Glanz, den ein Gegenstand um sich wirft, hier eine Ausnahme, z. B. Fixsterne. Man kann also annehmen, daß man einen Gegenstand gewöhnlich

nicht mehr steht, wenn seine Entfernung über 5ooomal grösser ist, als sein Durchmesser. In einer Allee (Fig. 219), die über 5ooomal länger, als breit ist, scheinen beide Reihen Bäume (wegen der Kleinheit des Sehwinkels) zuletzt zusammen zu laufen.

§. 278. In Ansehung der scheinbaren Größe, Gestalt, Lage, Entfernung und Bewegung der Gegenstände gibt es viele Gesichtsbetrüge, wobei noch das Urtheil der Seele in das Spiel kommt, um die Irrthümer zu berichtigen, oder wohl gar zu vermehren. So scheint uns z. B. eine nahe Fliege größer als ein entfernter Vogel zu seyn u. dgl. Warum halten wir den Mond beim Auf- und Untergehen für größer, als wenn er hoch am Himmel steht? Beispiele und Zeichnungen in der Vorlesung.

Von der Reflexion des Lichtes.

§. 279. Wenn ein Lichtstrahl auf einen dunkeln undurchsichtigen Körper fällt, so wird er von diesem zurückgeworfen, reflektirt; es müßte denn seyn, daß der dunkle Körper ein schwarzer Körper wäre, welcher das Licht einschluckt und bei sich behält. Solche Körper gibt es aber sehr wenige in der Natur.

Wenn EC (Fig. 220) der einfallende Strahl auf die Ebene AB ist, so ist CF der zurückgeworfene Strahl. Da die Lichtmaterie sehr elastisch ist, so muß auch hier das schon weiter oben erörterte Gesetz gelten, daß der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel allemal gleich ist. Der Perpendickel DC auf den Punkt der Zurückstrahlung heißt das Einfallsloth. Fällt ein Strahl senkrecht auf eine Ebene, so wird er in sich selbst zurückgeworfen.

§. 280. Sowohl die rauhen als glatten Oberflächen der Körper reflektiren Lichtstrahlen. Bei den erstern geschieht dieß unordentlich. Aber eine undurchsichtige polirte Fläche ohne merkliche Unebenheiten wirft die einfallenden Lichtstrahlen ordentlich zurück, und heißt ein Spiegel (z. B. Wasser, Glas, polirte Metalle u. s. w.). Bei der Reflexion des Lichtes wird das Licht selbst nicht zertheilt, oder sonst verändert. Nur allein die verschiedene Gestalt der reflektirten Flächen oder Spiegel bringen eine Menge von verschiedenen Erscheinungen hervor.

Die Spiegel werden in ebene und krumme eingetheilt. Von der Verfertigung der Spiegel wird in der Vorlesung gesprochen werden.

§. 381. Von ebenen Spiegeln werden die parallel einfallenden Lichtstrahlen auch wieder parallel zurückgeworfen. Die näher zusammen oder weiter auseinander (convergierend oder divergierend) einfallenden Strahlen werden unter dem Winkel, wo sie auffallen, reflektirt.

§. 282. Wenn man auf der gegebenen Spiegelfläche AB (Fig. 221) den Punkt C bemerkt, so wird derselbe sichtbar, weil er die Lichtstrahlen, die er von dem leuchtenden Körper bei D empfängt, dem Auge E zusendet. Diese Lichtstrahlen bilden den Lichtkegel CEF, dessen Spitze der strahlende Punkt C, und die Grundfläche der Stern oder die Pupille des Auges ist. Durch die Zurückstrahlung werden die Körper sichtbar, da sie nämlich das Licht, welches sie empfangen, aus jedem Punkte der Fläche in das Auge zurückwerfen oder reflektiren.

§. 283. Wenn vor einem senkrecht stehenden, ebenen Spiegel ein Gegenstand gestellt wird, so sieht das Auge das Bild des Gegenstandes, und zwar eben so weit

hinter dem Spiegel, als der Gegenstand (Objekt) davor steht. Es sey z. B. der Punkt C (Fig. 222) vor der Spiegelfläche AB, welcher nach E und G auf die Spiegelfläche Lichtstrahlen wirft. Beide Strahlen werden von da nach dem Auge FH zurückgeworfen, und zwar unter eben dem Winkel, als dieselben auffallen. Verlängert man nun beide Strahlen EF und GH rückwärts hinter dem Spiegel, so schneiden sie sich in D, und hier ist der Ort des Bildes. Dieses Schneiden der Strahlen hinter dem Spiegel ist aber nur scheinbar; sie kommen nur durch Zurückwerfung so in das Auge, als ob sie von D herkämen. Das Bild in einem Planspiegel wird dem abgebildeten Gegenstande vollkommen gleich an Größe seyn, und jeder Theil des Bildes wird so weit hinter dem Spiegel stehen, als der Theil des entsprechenden Gegenstandes vor demselben stehet. Die rechte Seite des Gegenstandes wird im Bilde die linke werden, und umgekehrt. Das Bild wird nach dem Grade der Politur des Spiegels mehr oder weniger deutlich werden; da diese aber nie vollkommen seyn kann, so werden die Strahlen nicht alle ordentlich reflektirt. Das von der innern noch etwas rauhen Fläche zerstreut zurückgeworfene Licht macht, daß man auch den Spiegel selbst sieht.

§. 284. Wenn ein Spiegel halb so groß ist, als ein abgebildeter Gegenstand, so kann man (wie Fig. 223 deutlich zeigt) des letztern ganzes Bild darin sehen. Nach der Lage des Spiegels können stehende Körper zu liegen, liegende zu stehen scheinen. Bäume, Häuser ꝛc., die am Rande eines Flußes stehen, spiegeln sich im Wasser umgekehrt ab. Dieß macht (Fig. 224) anschaulich.

Zwei Planspiegel, die gegeneinander geneigt sind, bilden einen dazwischen stehenden Gegenstand mehrmal

ab, indem das erste Bild Strahlen in den andern Spiegel wirft u. s. w.

Auf ähnlichen Gründen beruht die Erfindung der sogenannten Kaleidoskope (Fig. 225).

Läßt man zwei Spiegel (Fig. 226) so mit einander verbinden, daß sie wie ein Buch geöffnet werden können, so erscheint ein in der Winkelfläche befindlicher Gegenstand so oft weniger eins, so vielmal der Winkel, welchen die Spiegel machen, in 360 Graden enthalten ist. Hieher gehören auch die Versuche mit den sogenannten Zauberperspektiven (Fig. 227 und 228), Operngucker (Polemoskop Fig. 229). Ist ein Spiegel unter einem Winkel von 45 Graden gegen den Horizont geneigt, wie AB (Fig. 230), so wird das Bild von jedem vor dem Spiegel stehenden Gegenstande liegend, von jedem liegenden Gegenstande aber stehend erscheinen.

§. 285. Spiegel mit krummen Oberflächen können entweder erhaben oder hohl (concav oder convex) seyn. Die gewöhnlichsten sind die sphärischen, deren Oberfläche ein Segment von der Oberfläche einer Kugel ist. Ferner gibt es eliptische, zylinderförmige, kegelförmige u. s. w. Jede krumme Fläche kann man sich so denken, als sey sie aus unendlich vielen kleinen ebenen Flächen zusammengesetzt; daher werden in den krummen Spiegeln die Lichtstrahlen nach demselben Gesetze zurückgeworfen, wie in Planspiegeln. Der Ort, wo die Reflexion geschieht, kann als eine ganz kleine Ebene angesehen werden. Durch Zeichnung findet sich die Lage des reflektirten Strahles, wenn man die Winkel gleich groß macht, welche der einfallende und reflektirte Strahl an dem Orte der Reflexion mit den Halbmessern als Einfallsloth bildet.

§. 286. Die in einen convex sphärischen Spiegel fallenden Strahlen, welche von einem Punkte A (Fig. 231) divergierend kommen, werden nach der Reflexion noch mehr divergierend als vorher, und die rückwärts gehenden Verlängerungen dieser reflektirten Strahlen werden sich aus dem angeführten Grunde näher hinter dem Spiegel in a vereinigen, als der abgebildete Punkt A vor dem Spiegel liegt. Daraus folgt, daß ein Gegenstand AB in einem convexen Spiegel ein aufrecht stehendes Bild ab hat.

§. 287. Der Strahl AB (Fig. 232), der in der Achse eines Hohlspiegels auffällt, wird in sich selbst reflektirt. Die Strahlen DE, IL, GH, MN, welche mit der Achse parallel gehen, werden so reflektirt, daß sie sich in einem gewissen Punkte F sammeln, dieser heißt Brennpunkt (focus), weil die Sonnenstrahlen, welche auf diese Art in einem Hohlspiegel gesammelt werden, in diesem Punkte eine starke Hitze verursachen. Dieser Brennpunkt ist halb so weit von dem Spiegel entfernt, als der Mittelpunkt C oder FA = FC.

Es folgt also umgekehrt, daß, wenn ein leuchtender Punkt in dem Brennpunkte F steht, die davon auf den Hohlspiegel divergierend fallenden Strahlen parallel mit der Achse reflektirt werden. Daher wird ein Gegenstand, der im Brennpunkte steht, sich im Spiegel gar nicht abbilden können; denn, da sich die Strahlen nicht vereinigen, weil sie parallel fortgehen, so entsteht auch kein Bild.

§. 288. Wenn der Gegenstand ab (Fig. 233) zwischen der Spiegelfläche und dem Brennpunkte steht, so entsteht ein aufrechtes vergrößertes Bild AB; dieses ist größer als der Gegenstand ab selbst vor der Spiegelfläche. Je näher der Gegenstand dem Spiegel steht,

desto größer und weiter hinter dem Spiegel ist das Bild. Steht der Gegenstand im Mittelpunkte der zum Spiegel gehörigen Kugel, so werden alle Strahlen in sich selbst zurückgeworfen. Das Bild fällt also auch in den Mittelpunkt. Ist das Auge in dem Mittelpunkte eines Hohlspiegels, so wird es gar nichts abgebildet sehen.

Ist der Gegenstand weiter als der Mittelpunkt von dem Spiegel entfernt, so zeigt sich das Bild verkleinert und verkehrt in der Luft vor dem Spiegel (wie in Fig. 234). Der Mittelpunkt ist in C, das Bild des Punktes A fällt in a, B in b; das kleine in der Luft schwebende Bild ab steht also verkehrt, schwebt wirklich in der Luft, und ist also ein wahres Luftbild, während alle diejenigen Bilder, welche man hinter der Spiegelfläche erblickt, nur eingebildete Bilder sind.

§. 289. Hohlspiegel können, wie schon gesagt worden ist, auch als Brennspiegel gebraucht werden. Die, welche eine beträchtliche Größe haben, werden viele Sonnenstrahlen in dem Brennpunkte vereinigen, und eine große Hitze verursachen. Man kann damit Holz augenblicklich anzünden, Metalle schmelzen, Thiere tödten u. dgl. Herr von Tschirnhausen, ein sächsischer Edelmann, verfertigte vor mehr als hundert Jahren Brennspiegel von Kupfer, die drei Ellen im Durchmesser hatten. Man kann sie auch aus einer Menge Planspiegel verfertigen, die in einer convexen hölzernen Form zusammengesetzt sind. Durch 168 ebene Spiegelchen, deren Brennweite 200 Fuß betrug, hat Graf Büffon, ungefähr dreißig Jahre später, Holz damit in Brand gesetzt.

Archimedes soll die Flotte des Marzellus bei der Belagerung von Syrakus mit Brennspiegeln in Brand

gesteckt haben. Wahrscheinlich ist diese Erzählung aus einem Mißverständnisse entstanden.

§. 290. Cylinderförmige und kegelförmige Spiegel sind der Länge nach eben, der Breite nach convex. Daher werden die Bilder der Länge nach die gehörige Gestalt und Größe haben, aber der Breite nach verkleinert, und überhaupt, wie die Versuche zeigen, irregulär seyn. Anamorphotische Bilder sind Zeichnungen, die verzerrt aussehen, wie ebenfalls die Versuche zeigen, aber doch nach gewissen Regeln entworfen sind, daß sie sich in solchen Spiegeln unverzerrt darstellen.

Von der Refraktion des Lichtes.

§. 291. Die vorzüglichsten Gesetze der Refraktion sind:

1) Wenn ein Lichtstrahl durch zwei durchsichtige Materien geht, die auch Mittel genannt werden, und aus einem dünnern in ein dichteres, oder aus einem dichteren in ein dünneres Mittel übergeht, z. B. aus der Luft in das Wasser oder Glas, und umgekehrt, so wird er von seiner Richtung abgelenkt.

Es sey (Fig. 235) ABCD ein Stück Glas oder Wasser, über und unter demselben befinde sich Luft. Nun liegen in AB und CD die Ebenen der Brechung. Eine an dem Orte, wo der Strahl EF einfährt, senkrecht auf die Ebene der Brechung gezogene Linie MN heißt das Einfallsloth. Der Strahl geht nicht in seiner Richtung nach EFH fort, sondern wird, indem er aus einem dünnern in ein dichteres Mittel übergeht,

näher nach dem Einfallslothe zu nach GI gebrochen. EF ist der einfallende, GI der gebrochene Strahl, F der Einfallspunkt, EFM der Einfallswinkel, NFI der Brechungswinkel.

2) Wenn ein Strahl HG aus dem dichtern in ein dünneres Mittel übergeht, so wird er weiter von dem Einfallslothe OP weggelenkt, geht nicht nach der Richtung GE, sondern nach FL. Der letztere ist der gebrochene Strahl.

3) Fällt ein Strahl MN oder OP senkrecht auf die Brechungsfläche, so geht er ungebrochen durch.

4) Geht der Strahl aus der Luft in das Wasser, so ist das Verhältniß des Perpendikels des Einfallswinkels zu dem Perpendikel des Brechungswinkels wie 4 zu 3, umgekehrt, wenn er aus dem Wasser in die Luft geht, wie 3 zu 4. Geht er aus der Luft in das Glas, so ist dieses Verhältniß wie 3 zu 2, und umgekehrt aus Glas in die Luft, wie 2 zu 3. (Doch nur ungefähr, weil die mancherlei Arten des Glases von verschiedener Brechbarkeit sind.)

Wenn man daher auf den einfallenden und gebrochenen Strahl zwei Punkte absticht, und von ihnen auf das Einfallsloth (Perpendikel) fällt, so wird obiges Verhältniß Statt finden.

Sind die Winkel klein, so ist das Verhältniß derselben nicht sehr von dem Verhältnisse ihrer Perpendikel verschieden. Sind die Ebenen des brechenden Körpers parallel, so bleiben die Strahlen vor der ersten und

nach der zweiten Brechung parallel. Wird durch Zeichnungen veranschaulicht.

§. 292. Die Refraktion, oder die Ablenkung eines einfallenden Lichtstrahles von seinem ersten Wege, wird aus der Anziehungskraft der Körper gegen das Licht, welche nach der Verschiedenheit der Materie, und ihrer Dichtigkeit verschiedene Grade hat, erklärt. Gewöhnlich hat die dichtere, spezifisch schwerere Materie auch eine größere Anziehungskraft gegen das Licht, und daher letzteres in ersterer eine größere Refraktion. Aber es gibt auch von dieser Regel Ausnahmen, besonders bei brennbaren Körpern, z. B. Weingeist, Terpentinöhl ꝛc.

§. 293. Nach diesen Gesetzen der Refraktion lassen sich eine Menge Erscheinungen erklären. Durch ein viereckigtes oder Rautenglas sieht das Auge einen Gegenstand so oft vervielfältiget, als sich Flächen von den auffallenden Strahlen darbiethen, und darin gebrochen werden. Nach der Richtung, wie die gebrochenen Strahlen in das Auge kommen, sieht dasselbe den Gegenstand. Ein Stück Geld, welches auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Gefäßes (Fig. 236) liegt, wirft seine Strahlen gebrochen in die Luft nach dem Auge hin; also scheint die Münze höher zu liegen, als es wirklich der Fall ist. Aus demselben Grunde werden Fische im Wasser da nicht gesehen, wo sie wirklich sind, sondern etwas höher, und man zielt nicht nach dem Bilde des Fisches, wenn man ihn erschießen will, sondern unter dasselbe. (Fig. 237 macht dieß anschaulich.) — Auch erklärt sich daraus, waraum ein schief in das Wasser gehaltener Stock (Fig. 238) und ebenso ein schief unter ein Glas gehaltener Stock nach einem gewissen Winkel gekrümmt zu seyn scheint. (Fig. 239.)

§. 294. Die Strahlenbrechung verursacht auch eine Menge sogenannter optischer Täuschungen, und bringt bisweilen seltsame und schwer zu erklärende Erscheinungen zuwege.

Von der Art sind die Erscheinungen, die sich in dem Wasser zeigen, wo die Gestalt und Lage eines Körpers bisweilen ganz verändert scheint. (Bald dicker bald dünner, bald gebogen bald tiefer.) Man nennt diese Erscheinungen Luftspieglung, Erhebung, Seegesicht oder Luftbilder. Noch seltsamere Erscheinungen hat man in der Luft, wo Schiffe, Bäume, Häuser u. s. w. theils aufrecht, theils verkehrt erscheinen. So erblickte man auf der Insel Malta den Berg Aetna, auf dem gegenüber liegenden Sizilien, und Siziliens Küste in der Luft, obgleich weder der Berg Aetna noch Sizilien über dem Horizonte von Malta zu sehen ist. Im Jahre 1792 sah man in England mit bloßem Auge die französischen Küsten mit genauen Unterscheidungen, welche man sonst nicht einmal mit dem Fernrohre erblicken kann; (wird durch verschiedene Zeichnungen veranschaulicht.) Die Strahlenbrechung macht ferner, daß entfernte Berge, (wie Fig. 240) Inseln, Küsten u. dgl. bisweilen viel höher und näher zu liegen scheinen, als sie wirklich sind, sie ändert auch die scheinbare Lage der Himmelskörper (wie Fig. 241) zeigt).

§. 295. Die Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen ist in manchen Fällen noch mit ungewöhnlichen Erscheinungen verbunden, die Oberstlieutenant Malus im Jahre 1808 in Paris entdeckt, und mit großem Eifer zu untersuchen angefangen hat. Diese Erscheinung wird mit dem Namen Polarisirung des Lichtes bezeichnet. Hieher gehört die doppelte Brechung, welche der isländische Bergkristall hervorbringt. Wenn

Lichtstrahlen auf ein unbelegtes Spiegelglas unter einem gewissen Winkel fallen, so werden sie polarisirt, und erlangen dadurch die Eigenschaft von einem andern Spiegelglase, in einer gewissen Lage desselben ganz zurückzuprallen, oder ganz durch dasselbe hindurch zu gehen. Bei einem andern Einfallswinkel erfolgt keine Polarisirung. Versuche in der Vorlesung.

§. 296. Man hat auch von der Strahlenbrechung eine sehr nützliche und vortheilhafte Anwendung zur Verfertigung der sogenannten optischen Gläser gemacht, deren es vorzüglich zwei Hauptklassen gibt:

1) Vergrößerungsgläser oder erhabene Gläser, Convexgläser, und
2) Verkleinerungsgläser, Concavgläser oder Hohlgläser.

Fig. 242 stellt diese verschiedene Gläser oder Linsen vor:

1) ist eine Biconvexlinse,
2) eine Planconcavlinse,
3) wird ein Meniskus genannt,
4) ist doppelt concav,
5) ist planconcav,
6) ist concav convex.

Es gibt aber eine unendliche Menge von Linsen, in dem die Oberflächen Abschnitte von Kugeln von sehr verschiedenen Durchmessern seyn können. Indessen haben alle Convexlinsen, so wie alle Hohllinsen dieselben wesentlichen Eigenschaften. Die Linie AB, welche durch das Zentrum der Kugel geht, nach welcher die Krümmungen der Linsen geschliffen worden, heißt die Achse der Linse.

§. 297. Um den Gang zu finden, welchen ein Strahl bei der Brechung durch eine Linse nimmt, muß man aus den Mittelpunkten der zu beiden Seiten gehörigen Kugeln, Halbmesser an die Orte ziehen, wo der einfallende Strahl die Linse berührt. Diese Halbmesser stehen auf der kugelförmigen Oberfläche senkrecht, und sind als die Einfallslothe zu betrachten, nach welchen sich der gebrochene Strahl hinneigt, wenn er aus der Luft in das Glas geht, und davon weiter sich entfernt, wenn er aus dem Glase in die Luft geht. Werden die Winkel nach dem Verhältnisse ihrer Perpendikel gezeichnet, so findet sich der ganze Gang des Strahles in der Linse und hinter derselben. An (Fig. 243) sieht man deutlich, wie Strahlen, welche parallel mit der Achse in eine convexe Linse einfahren, sich hinter dem Glase in einem gewissen Punkt F vereinigen, welcher der Brennpunkt heißt. Daraus folgt umgekehrt, daß, wenn Strahlen aus einem in F befindlichen leuchtenden Punkte ausgehen, sie nach der Brechung in der convexen Linse parallel mit der Achse derselben fortgehen. Die Entfernung des Brennpunktes von der Mitte der Linse heißt ihre Brennweite, die nach Fußen, Zollen, Linien ꝛc. bestimmt wird. Wie man die Brennweite einer Linse durch Versuche findet, wird in der Vorlesung gezeigt.

§. 298. Nur diejenigen Strahlen sammeln sich in einem Punkte, welche der Achse sehr nahe sind; die weiter entfernten werden etwas näher zusammen gebrochen. Man nennt dieses die Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases. Daraus ist der Nutzen der Blendungen abzusehen, welche an solchen

Gläsern ringsum gegen den Rand angebracht sind, um den Durchgang solcher Strahlen zu hindern, welche sich nicht in dem Brennpunkte vereinigen.

§. 299. Bei einer Linse, welche auf beiden Seiten gleiche Convexität hat, ist die Brennweite dem Halbmesser der dazu gehörigen Kugel gleich; bei einer planconvexen aber dem Durchmesser; bei dem mondförmigen Glase geschieht die Vereinigung der Strahlen in einer Entfernung hinter dem Glase; bei einer doppelt concaven Linse, deren brechende Flächen einerlei Halbmesser haben, ist die negative Brennweite fast dem Halbmesser gleich.

300. Da man durch solche Gläser die Sonnenstrahlen vereinigen, und dadurch die Hitze derselben beträchtlich vermehren kann, so dienen sie als Brenngläser. Da sie die Lichtstrahlen sammeln, so heißen sie auch Sammlungsgläser. — Herr von Tschirnhausen hat einige sehr große verfertiget, die eine ausnehmende Wirkung hervorbrachten, unter andern eines von drei Fuß im Durchmesser. Sie können entweder vom massiven Glase verfertiget, oder aus zwei wie Uhrgläser gekrümmten Gläsern zusammengesetzt werden, deren innerer Raum mit Wasser gefüllt ist. Die letztern sind noch wirksamer als die erstern (wie auch Versuche zeigen). Mit einem Brennglase dieser Art, das in Paris verfertigt wurde, konnten die schwerflüssigsten Steine verglaset und geschmolzen, der Diamant dadurch ganz verglaset und geschmolzen, und in kohlensaures Gas aufgelößt werden.

§. 301. Befindet sich ein Gegenstand dem Glase näher, zwischen dem Glase und Brennpunkte, wie AB (Fig. 244), so können die davon in das Glas fallenden

Strahlen weder parallel herauskommen, noch auch zusammenfahren, sondern sie müssen, den einzigen Perpendikulärstrahl ausgenommen, auseinanderfahrend das Glas verlassen. Das Auge, welches hinter dem Glase sich befindet, sieht also den Gegenstand nach der Richtung der gebrochenen Strahlen. Wo sich diese von dem obersten und untersten Punkte des Gegenstandes herkommenden Strahlen schneiden (oder wo sie auszulaufen scheinen), nämlich bei a und b, ist das Bild des Gegenstandes AB. Dieß ist nun vergrößert, aber noch auf derselben Seite (auf der Vorderseite) zu sehen, wo der Gegenstand selbst sich befindet, nur weiter von dem Glase hinweg.

§. 302. Wird das Glas so gehalten, daß der Gegenstand über den Brennpunkt hinaus, folglich hinter dem Brennpunkte sich befindet, wie (Fig. 245), so erscheint von dem Gegenstande AB ein verkehrtes verkleinertes Bild ab hinter dem Glase, d. h. zwischen dem Glase und dem Auge. Man braucht nur wieder, um Ort und Lage des Bildes zu finden, von dem obersten und untersten Punkte des Gegenstandes ein Paar Strahlen in das Glas einfallend, und bei dem Eingange und Ausgange gebrochen sich zu denken, um die Stelle zu bestimmen, wo alle vom obersten und vom untersten Punkte des Gegenstandes herkommenden Strahlen nach der Brechung sich vereinigen. Da ist dann die Summe des von dem Gegenstande in das Glas einfahrenden Lichtes nach der Brechung vereinigt anzunehmen, und da ist denn auch das Bild zu sehen. Dieses verkehrte Bild ist also ein wahres Bild (nicht wie Fig. 244 ein eingebildetes ist).

§. 303. Wenn in einer concaven Linse Strahlen mit der Achse parallel einfahren, so werden sie nach der

Brechung auseinander gehen; eben so, als wenn sie aus einem gewissen Punkte F von der Linse herkämen. Dieser Punkt heißt daher auch der Zerstreuungspunkt, und die Hohlgläser heißen Zerstreuungsgläser. — Daraus folgt, daß divergierende Strahlen, die auf ein solches Glas fallen, noch mehr divergieren. (Fig. 246 macht dieses anschaulich.)

Daß die Hohlgläser verkleinern, dabei aber das Bild der Gegenstände dem Auge näher bringen, als die Gegenstände selbst sich befinden, zeigt (Fig. 247) sehr deutlich.

Von der Entstehung der Farben.

§. 304. Wenn die Lichtstrahlen stark gebrochen werden, so zeigen sie sich nach der Brechung in bunten Farben, die den Regenbogenfarben gleich sind. Der Versuch mit einem gläsernen Prisma (Fig. 248) macht dieses schöne Schauspiel recht anschaulich.

Läßt man einige Sonnenstrahlen auf dieses fallen, so breiten sie sich hinter dem Glase aus, und bringen, wenn sie mit einer weißen Fläche aufgefangt werden, eine farbigte Erscheinung hervor, die man die prismatischen Farben nennt. Diese Farben sind von unten hinauf: roth, dunkelgelb, hellgelb, grün, hellblau, dunkelblau und violet. (Es gibt nur drei wesentlich verschiedene einfache Grundfarben, die blaue, gelbe und rothe. Aus je zwei derselben entstehen durch Zusammensetzung gemischte Farben.) Betrachtet man andere Gegenstände durch ein Prisma, so erscheinen sie auf mannigfaltige Art bunt. Besonders schön sehen die Rahmen der Fenster aus, wenn der Himmel hinter denselben erscheint. Die Farben des Regen-

bogens rühren ebenfalls von einer Brechung der Sonnenstrahlen in Regentropfen her. Durch die Brechung scheint das Sonnenlicht zertheilt zu werden. Man betrachtet daher wohl das weiße Licht (nach Newton), als ein zusammengesetztes. Versuche hierüber mit der Farbenspindel (Fig. 249). Werden diese sieben Farben wieder durch ein Prisma vereiniget, so entsteht die weiße Farbe, woraus alle übrigen entsprungen sind. Die Körper haben eine verschiedene Anziehungskraft gegen das Licht. Läßt ein Körper die meisten Strahlen durch, so ist er durchsichtig. Werden alle Strahlen zurückgeprellt, so wird er weiß genannt. Verschlingt er alle in sich, und wirft keine, oder nur wenige zurück, so ist er schwarz. Schwarz ist eigentlich gar keine Farbe, und zugleich traurig, weil das Auge gar nicht beschäftiget wird.

Wirft er nur rothe Lichtstrahlen, oder diese in größerer Menge zurück, so erscheint er roth u. s. w. Werden einige verschlungen, andere verschieden gemischt zurückgeworfen, so gibt es verschiedene Farben. — Es gibt auch Körper, welche das Licht mit zwei oder mehreren Farben so zurückwerfen, daß das Auge von jeder Stelle eine andere Farbe sieht, je nachdem die Richtung ist, unter welcher es die Strahlen auffängt; dieses heißt man Schillern, oder Changiren der Körper, z. B. Taubenhälse, Pfaufedern, gewässerte Seidenzeuge ꝛc. Bleibt der Körper unverändert, so, daß er das Licht ein wie das andremal allenthalben hin zurückwirft, so ist die Farbe beständig, und allezeit die nämliche. Die Farben können sich nur ändern, wenn die Körper sich verändern, wodurch nämlich die Zurückwerfung der Lichtstrahlen ebenfalls verändert wird. Beispiele in der Vorlesung.

Anmerkungen:

1) Euler erklärt die Lichtstrahlen für Erscheinungen, die von verschiedener Schnelligkeit der Vibrationen des Aethers herrühren, wie die Töne von der verschiedenen Geschwindigkeit der Schwingungen.

2) Herr v. Göthe hat folgende Meinung über die Farben vorgetragen: Die gelben und rothen erscheinen, wenn Licht durch ein minder oder mehr trübes Mittel gesehen wird, wie die Sonne, wenn sie sich dem Horizonte nähert, gelber und endlich roth erscheint. Die blauen und violetten erscheinen, wenn man durch ein minder oder mehr trübes erleuchtetes Mittel in einen dunklen Raum sieht, wie der Himmel bei Tag blau erscheint ꝛc. Der rothe Strahl ist mehr bestimmt Wärme in den Körpern zu erregen; der gelbe hat die mehr leuchtende Kraft, und der blaue bringt chemische Wirkungen hervor. Mehr hierüber in der Vorlesung.

§. 305. Mit der Brechung des Lichtes hat die Beugung desselben eine Aehnlichkeit. Sie besteht ebenfalls in einer Ablenkung des Lichtstrahles von seiner Richtung, und findet alsdann statt, wenn Lichtstrahlen ganz nahe an einem festen Körper vorbeistreichen. — Bisweilen zeigen sich unseren Augen Farben, ohne daß eine Brechung oder Beugung die Ursache davon sey. Ein heftiger Reiz des Auges durch einen starken Glanz kann machen, daß ihm die Gegenstände farbig, oder anders gefärbt erscheinen, als sie wirklich sind. Auch eine Mischung von ungleich starkem Lichte kann, durch eine Art von Täuschung, Farben hervorbringen, die nicht wirklich vorhanden sind. Merkwürdig sind in dieser Rücksicht die Beobachtungen gefärbter Schatten. Es ist eine gemeine Erfahrung, daß schwarze Buchstaben auf wei-

sem Papier im hellen Sonnenscheine öfters roth und grün erscheinen.

§. 306. Wenn durch eine sehr kleine Oeffnung in den Fensterladen eines finstern Zimmers Licht von einem außerhalb befindlichen Gegenstande hineinfällt, so bildet sich derselbe auf der gegenüberstehenden Wand verkehrt ab. Man nennt dieses die *Camera obscura*. Setzt man in diese Oeffnung eine convexe Glaslinse, so werden die Strahlen mehr gesammelt, und das Bild wird deutlicher. Dieß zeigt (Fig. 250).

Statt des Zimmers kann man auch einen viereckigten Kasten als tragbare *Camera clara*, wie (Fig. 251) zeigt, zur Abzeichnung von Gegenständen anwenden. Eine besondere Art von hellen Kasten oder vielmehr Kästchen, die den Namen *Camera lucida* führt, ist zur bequemern und leichtern Aufnahme einer Gegend vorzüglich geschickt. Versuche hierüber in der Vorlesung.

§. 307. Vermittelst der optischen Gläser und Spiegel hat man eine Menge optische Werkzeuge, d. h. solcher, die das Auge bei dem Sehen unterstützen sollen, zu Stande gebracht. Das Auge selbst aber ist als ein optisches Werkzeug zu betrachten; indem die Lichtstrahlen auf ähnliche Weise in ihm gebrochen und zu Bildern der Gegenstände vereinigt werden, wie es durch erhabene Gläser geschieht. (Fig. 252 macht dieß anschaulich.)

Von dem künstlichen Auge nebst Modell wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 308. Man nimmt für die Entfernung, in welcher ein gutes Auge gewöhnlich einen Gegenstand deutlich sieht (also kleine Theile daran deutlich unterscheidet), 8 bis 10 Zoll an. Manches Auge erfordert eine be-

trächtlich kleinere, ein anderes eine merklich größere Entfernung der Objekte zu dem Deutlichsehen. Jenes nennt man kurzsichtig, dieses weitsichtig. In diesem werden die Strahlen eines jeden auffallenden Lichtkegels zu wenig gebrochen; bei jenem werden die Strahlen zu stark gebrochen. Dem kurzsichtigen Auge kann man durch eine Hohllinse zu Hülfe kommen, dem weitsichtigen dagegen durch eine Concavlinse. Sogenannte Conservationsbrillen für gesunde Augen sind schädlich, und eben so unnöthig als Krücken für gesunde Menschen.

Manchmal geschieht es, daß die Krystalllinse ihre Durchsichtigkeit verliert. Man nennt das den grauen Staar. Ihm kann abgeholfen werden durch das sogenannte Staarstechen, d. h. durch das Hinwegrücken oder Herausnehmen der Krystalllinse. Von dieser Krankheit ist zu unterscheiden der schwarze Staar, welcher in einer Unempfindlichkeit der Netzhaut besteht. Diese kann natürlicherweise durch keine Operation gehoben werden. Eine Verdunklung der Glasfeuchtigkeit heißt der grüne Staar. Von der Erhaltung der Augen wird in der Vorlesung gesprochen.

Anmerkung:

Ueber die Frage, woher es denn komme, daß wir die Gegenstände in ihrer wahren Stellung sehen, da doch die Bilder derselben in dem Auge umgestürzt sind; und wie es komme, daß wir mit zwei Augen doch jeden Gegenstand nur einmal sehen, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 309. Die optischen Werkzeuge, welche dazu dienen, die wegen ihrer Entfernung unkenntlichen Gegenstände deutlich zu machen, heißen Fernröhre, Perspektive, Teleskope, welche von mannigfaltiger Einrichtung

und Wirkung sind, obgleich alle dazu dienen, die Gegenstände zu vergrößern.

§. 310. Das Galiläische (oder holländische) Fernrohr ist aus zwei Glaslinsen zusammengesetzt; die zunächst dem Auge (das Ocularglas) ist concav, die andere, gegen den Gegenstand gerichtete (Objectivglas) ist convex. Der Brennpunkt und der Zerstreuungspunkt müssen zusammenfallen; daher beträgt die Länge des Rohres so viel, als der Unterschied der Entfernungen dieser beiden Punkte von ihren Gläsern. Es ist in (Fig. 253) ab das Bild von dem Gegenstande AB, welches das Auge sieht. Das Bild ist aufrecht, und kleiner als der Gegenstand AB, aber dem Auge näher gebracht. Man übersieht nur einen kleinen Raum, daher wird es blos zu Taschenperspektiven gebraucht.

§. 311. Das astronomische Fernrohr (Fig. 254) besteht aus zwei convexen Gläsern, welche so weit voneinander stehen, als die Summe ihrer Brennweiten beträgt. Es vergrößert so vielmal, als die Brennweite des Ocularglases in der Brennweite des Objektivglases enthalten ist. Soll daher das Fernrohr z. B. 100mal vergrößern, so kann die Brennweite des Ocularglases 1 Zoll, des Objektivglases 100 Zoll seyn; daher läßt sich mit einem langen Rohre eine sehr starke Vergrößerung bewirken, weßwegen es auch zur Beobachtung der Himmelskörper sehr geschickt ist. Daß die Gegenstände verkehrt erscheinen, hat dabei keinen Einfluß; aber zu Beobachtungen auf der Erde ist es nicht bequem.

§. 312. Das Erdfernrohr hat außer den schon erwähnten zwei Gläsern noch zwei oder drei Oculargläser von kurzer Brennweite, wodurch bewirkt wird, daß die Gegenstände nicht verkehrt erscheinen; aber wegen den vier

Gläsern, wodurch die Strahlen gehen müssen, wird das Bild weniger lebhaft (Fig. 256). — Diese Werkzeuge hatten aber lange Zeit eine Unvollkommenheit, welche darin bestand, daß das Bild des Gegenstandes mit farbigten Rändern, und überhaupt nicht ganz deutlich konnte gesehen werden. Den englischen Künstlern Johann und Peter Dolland gelang es, diesen Fehler zu verbessern. Sie verfertigten nämlich das Objectivglas aus zwei, noch besser aus drei Gläser, das mittlere ist concav concav, und besteht aus Flintglas, die andern beiden sind convex convex, und sind aus Kronglas verfertiget. Das Flintglas hat eine sehr starke zerstreuende Kraft und hebt daher die durch die beiden andern Gläser verursachte Farbenzerstreuung wieder auf. Die Fernröhre mit solchen Objectiven zeigen die Gegenstände rein und farbenlos, sie heißen daher farbenlose, achromatische oder dollandische Fernröhre. Sie werden jetzt auch in München, im Institute vom Hrn. geheimen Rath v. Utzschneider, wie (Fig. 255) ein kleines ist, von riesenförmiger Größe, verfertigt.

§. 313. Es gibt weiters Fernröhre, welche vorne offen, statt des Objectivglases einen Hohlspiegel in dem Fernrohre haben. Diese Art der Fernröhre führt den Namen der Spiegelteleskope. (Fig. 257) ist das Newtonische, und (Fig. 258) das Gregorianische Spiegelteleskop. Mehr davon in der Vorlesung.

§. 314. Um sehr kleine Gegenstände zu vergrößern und deutlich vorzustellen, gebraucht man Mikroskope. Sie werden in einfache und zusammengesetzte eingetheilt, je nachdem sie aus einem einzigen, erhabenen Glase, oder aus mehreren Gläsern (wie Fig. 259)

bestehen. Eine besondere Art der letztern ist das Sonnenmikroskop (Fig. 260). Wie man die Vergrößerung der Werkzeuge berechnen kann, wird in der Vorlesung erklärt.

§. 315. Eine andere Klasse von optischen Werkzeugen dient mehr zur Belustigung. Von der Art sind der Guckkasten, die Zauberlaterne (Fig. 261). Versuche mit beiden werden in der Vorlesung gemacht.

§. 316. Da das Licht die Gegenstände nicht bloß erleuchtet, sondern auch bei hinreichender Stärke erwärmt, so wird es schon dadurch die Ursache unzähliger Veränderungen auf unserer Erde. Seine Wirkungen sind aber nicht auf Erleuchtung und Erwärmung eingeschränkt, und wir können schließen, daß es überhaupt eines der wirksamsten Mittel in der Schöpfung ist.

X. Kapitel.

Von der Elektrizität.

§. 317. Wenn man eine Siegellackstange mit einem wollenen Läppchen reibt, und dann über kleine Papierschnitzchen, Federn, Baumwollenstückchen, Strohstückchen u. dgl. hält, so fliegen diese Körperchen rasch an die Siegellackstange, werden von ihr abgestossen und so fort, bis die Kraft der Siegellackstange so geschwächt worden ist, daß sie erst wieder von neuem gerieben werden muß, um dieselben Erscheinungen abermals zu bewirken. Nimmt man eine Glasröhre von ungefähr 1½ Zoll Weite und 2 bis 3 Fuß Länge, und reibt man auch diese eine Zeitlang mit einem trockenen wollenen Läppchen, so zeigen sich diese Phänomene auf eine noch kräftigere Weise. Macht man diese Versuche mit Siegellackstangen und Glasröhren im Dunkeln, so sieht man beim Reiben einen Lichtschein um diese Körper herum; und nähert man diese Körper den Knöchel eines Fingers, so dringt daraus mit knisterndem Geräusche ein kleiner Lichtfunke hervor; dabei empfindet man ein leises Stechen in dem Finger. Fährt man mit diesen Körpern nahe am Ge-

sichte hin, so hat man ein Gefühl, als wenn ein Spinngewebe an das Gesicht geflogen wäre; zugleich bemerkt man einen phosphorartigen Geruch.

§. 318. Alle diese Erscheinungen an den geriebenen Körpern zusammengenommen (Anziehen und Abstossen, Lichtschein, Funken, Knistern ꝛc.), welche man auch an jedem geriebenen Harze, geriebenen Schwefel, Bernsteine, an geriebener Seide ꝛc. wahrnimmt, und welche sich bei einigen Körpern, z. B. bei Edelsteinen, durch Erwärmung hervorbringen lassen, werden elektrische Erscheinungen genannt.

Die Körper sind elektrisch, heißt, sie befinden sich in einem Zustande, wodurch sie jene Erscheinungen zeigen. Die Kraft selbst, wodurch sie im Stande sind, die Erscheinungen hervorzubringen, wird elektrische Kraft oder Elektrizität genannt, so wie die Körper, in welchen diese Kraft durch Reiben entwickelt werden kann, elektrische Körper heißen. — Der Name Elektrizität kommt von dem Bernstein (Electrum) her, woran schon die Alten die Eigenschaft des Anziehens, nach dem Reiben, wahrgenommen hatten.

§. 319. Soll die Elektrizität in möglichster Stärke durch das Reiben erregt werden, so müssen die elektrischen Körper möglichst trocken seyn. Aber auch auf das Reibzeug kommt viel an. Einen höhern Grad von Elektrizität erregt man bei der Glasröhre, wenn man ein weiches Leder nimmt, welches mit dem Kinnmayerschen Amalgama (einem Gemisch aus einem Theile Zinn, einem Theile Zink und zwei Theilen Quecksilber) bestrichen worden ist. Man bewischt das Leder auf der einen Seite erst mit etwas frisch ausgelassenem Schweinfette, und reibt dann das Amalgama so lange ein, bis das Leder wieder trocken geworden ist, und eine

hinreichende Belegung davon erhalten hat. — Für Schwefel und für harzigte Körper aber sind Pelzwerke, besonders wilde Katzenpelze, das beste Reibzeug.

Von der Elektrisirmaschine mit ihren Conductoren.

§. 320. Je größer der elektrische Körper ist, in welchem Elektrizität entwickelt werden soll, und je schneller und anhaltender man ihn reibt, einen desto höhern Grad von Elektrizität zeigt er; allein man kann das kräftige Reiben eines Körpers nicht lange aushalten; deßwegen verfiel man darauf, den elektrischen Körper mit mechanischen Vorrichtungen zu verbinden, daß man ihn durch Umdrehung leicht und doch kräftig an dem Reibzeuge herumbewegen könne, und so erfand Otto von Guerike die Elektrisirmaschine, womit man (wie gleich anfangs bemerkt wurde) die interessantesten und angenehmsten Versuche machen kann, und welche zur Erklärung aller elektrischen Erscheinungen so wichtig geworden ist.

§. 321. Nach der Form des elektrischen Körpers, welcher den Haupttheil der Elektrisirmaschine ausmacht, theilt man diese ein:

1) in Kugelmaschinen;
2) in Scheibenmaschinen, und
3) in Zylindermaschinen.

Eine Kugelmaschine ist diejenige Elektrisirmaschine, deren elektrischer Körper eine Kugel, gewöhnlich eine hohle Glaskugel, seltener eine Harzkugel ist. (Die erste Elektrisirmaschine von Otto von Guerike war eine Schwefelkugel.) Eine Scheibenmaschine ist diejenige, deren elektrischer Körper aus einer gläsernen Scheibe besteht. Eine Zylindermaschine endlich ist diejenige,

deren elektrischer Körper ein hohler Glaszylinder ist. (Fig. 262 ist eine Zylindermaschine.)

Die Haupttheile einer jeden Elektrisirmaschine sind:

1) Der geriebene Körper A, gewöhnlich der Reiber genannt, kann Glas, Harz, Pech ꝛc. seyn.

2) Das Reibzeug B, wodurch die Elektrizität aus dem Reiber entwickelt wird.

3) Der erste Leiter C, Conductor, auch Hauptconductor genannt, ist ein hohler metallener Zylinder, der auf gläsernen Füßen ruht, wodurch er isolirt ist. Er wird mit dem einen Ende nahe an den Reiber gestellt, an dessen einem Ende sich mehrere metallene Spitzen befinden, das andere Ende ist wohl abgerundet, und mit einer Kugel versehen.

Anmerkung:

Nebst dem Hauptconductor können ihrer noch mehrere hölzerne, mit Steinöl überzogene, Conductoren nebeneinander an seidenen Bändern aufgehängt seyn, wie dieß bei Fig. 262 der Fall ist, wodurch der Funken verstärkt wird.

§. 322. Wenn man den Hauptconductor so nahe an den Reiber der Elektrisirmaschine rückt, daß die Spitzen desselben nur noch einige Linien davon abstehen, und die Maschine durch das Drehen der Kurbel in Thätigkeit setzt, so wird nicht bloß der Glaszylinder, sondern auch der messingene Conductor elektrisirt. Er zeigt sogar die Elektrizität in einem noch höhern Grade, als der Glaszylinder. Er zieht allerlei Körper, Papierstücke, Holzstücke, Baumwollenklumpen ꝛc. an. Nähert man sich ihm, besonders dem mit der Kugel versehenen Ende, mit dem Knöchel des Fingers, so fährt, oft schon

in der Entfernung von mehreren Zollen, ein langer lebhafter Funke heraus, wobei man in dem Finger eine bedeutende Erschütterung verspürt. Nimmt man statt des Fingers, einen Metallstab, den man gegen den Conductor hält, so entsteht zwischen diesem und dem Conductor in demselben Abstande ein eben solcher lebhafter Funke. Mit einem Glasstabe, einer Harzstange, Schwefelstange ꝛc. ist es aber nicht möglich, einen Funken aus dem Conductor herauszulocken.

§. 323. Setzt oder stellt sich ein Mensch auf einen in der Nähe des Conductors befindlichen Stuhl mit Glasfüßen (den sogenannten Isolirstuhl), und hält dieser Mensch seine Hand, oder auch bloß einen Finger an den Conductor (er kann auch einen Drath, der von einem an seidenen Bändern aufgehängten Conductor herabhängt, in der Hand halten), besonders an die Kugel desselben, so wird auch der Mensch eben so elektrisch, als der Conductor selbst. Jeder andere auf dem Boden des Zimmers stehende kann dann Funken aus allen Theilen des Körpers jenes Menschen herausziehen. Nähert der Mensch seine Finger einem kleinen Schüsselchen, worin erwärmter Weingeist sich befindet, so wird dieser, wie der Versuch zeigt, angezündet. Dasselbe ist auch der Fall, wenn der elektrische Mensch das Schüsselchen mit jener Flüssigkeit hält, und ein anderer den Knöchel seines Fingers dieser Flüssigkeit nahe bringt. Die Haare des Menschen stehen zugleich ganz steif empor, als wenn sie davonfliegen wollten. Nimmt der Mensch einen messingenen Stab in die Hand, so kann er damit, so gut wie mit seinem Finger, aus allen Theilen des Körpers anderer Menschen lebhafte und knisternde Funken herausziehen. Wenn aber der Mensch auf dem Isolirstuhle eine Kette von sich auf den Zimmerboden herabhängen

läßt, oder auch, wenn man eine solche Metallleitung mit dem Conductor der Maschine und dem Boden verbindet, so ist sowohl der Mensch, als der Conductor, von gar keiner elektrischen Wirkung mehr. Weder aus dem Menschen, noch aus dem Conductor, kann man dann Funken herauslocken. Versuche hierüber in der Vorlesung.

Von den Leitern und Nichtleitern der Elektrizität.

§. 324. Der Zustand der Elektrizität, worin ein Körper die oben genannten Erscheinungen zeigt, kann auf verschiedene Art erzeugt werden. Es geschieht, wie schon gesagt worden ist, bei manchen Körpern durch Reiben oder unmittelbare Erregung der Elektrizität, z. B. bei der Elektrisirmaschine; bei andern nicht durch Reiben, sondern durch Mittheilung, d. i. durch Berührung eines vorher elektrischen Körpers.

Die zu der ersten Klasse gehörigen Körper werden idioelektrische (ursprünglich elektrische) genannt. Sie heißen auch Nichtleiter, weil sie durch bloße Berührung elektrisirter Körper die Elektrizität nicht annehmen und fortleiten.

Die zur zweiten Klasse gehörigen Körper heißen anelektrische (nicht ursprünglich elektrische) oder Leiter. Zu den Nichtleitern gehören außer Glas und alle Verglasungen, auch alle Harze (z. B. Bernstein, Siegellack, Pech, Colophonium ꝛc.), Erden, harte Steinarten, besonders Edelsteine, Schwefel, Wachs, gedörrtes Holz, besonders solches, welches am Feuer gedörrt worden ist, Seide, Haare, Wolle, Baumwolle, Federn, fette Oehle, Papier, Zucker, Asche u. s. w. Zu den Leitern gehören, außer den Metallen, unter welchen Kupfer und Messing in dieser Hinsicht oben an stehen, auch die

Kohle, das Wasser, sowohl im tropfbaren Zustande, als im dampfförmigen, der lebende thierische und der Pflanzenkörper, feuchte Substanzen, Staub und der Erdboden. Die atmosphärische Luft gehört, wenn sie recht trocken ist, zwar zu den Nichtleitern, je feuchter sie aber wird, je mehr wird sie auch leitend. Darum auch elektrische Versuche bei feuchter Luft, oder in einem Zimmer, wo die Luft mit vielen Dünsten beladen ist, nicht gut gelingen können. Das Eis ist ebenfalls ein Leiter, sehr hartes Eis aber ist ein Nichtleiter. Ueberhaupt kennt man über die Eigenschaft der Körper die Elektrizität zu leiten und nicht zu leiten, weder ein allgemeines Gesetz, noch eine genaue Gränze, und so wie das leitende Wasser als hartes Eis zum Nichtleiter wird, so werden dagegen Glas und Harz, welche sehr gute Nichtleiter sind, wenn sie schmelzen, zu Leitern. Körper, welche weder vollkommene Leiter, noch vollkommene Nichtleiter sind, wie Papier, Baumwolle, Marmor, Elfenbein, Wachstuch u. s. w. pflegt man Halbleiter zu nennen. Ganz vollkommene Nichtleiter, d. h. solche, welche weder der Elektrizität von andern Körpern empfangen, noch die in ihnen erregte Elektrizität gar nicht abgeben, gibt es aber unter allen bekannten Körpern nicht, indem auch die besten Nichtleiter noch immer einige Leitungsfähigkeit, obgleich nur in sehr geringem Grade, besitzen. Eben so wenig gibt es aber auch ganz vollkommene Leiter der Elektrizität.

Lange Zeit hindurch glaubte man, daß nur die guten Nichtleiter der Elektrizität, nicht aber die Leiter, die Fähigkeit besäßen, durch Reiben elektrisirt zu werden, und nannten daher jene eigentlich elektrische, ursprünglich elektrische, auch idioelektrische Körper; diese hingegen heißen unelektrische sym-

perielectrische Körper. Seitdem aber die Leiter durch Reiben elektrisch werden können, in so fern sie nur von allen andern Leitern vollkommen getrennt sind, ist dieser Unterschied nicht mehr an seinem Platze, und die angegebenen Benennungen werden nur noch gebraucht, um sie bei gewissen Untersuchungen verständlich, wenn schon nicht der Wahrheit gemäß, ausdrücken zu können. Wahr bleibt es immer, daß kein Leiter in dem elektrischen Zustande, sey es auf was immer für eine Weise, versetzt werden kann, wenn er nicht von allen Leitern ganz und gar getrennt, und nur mit Nichtleitern in Verbindung ist.

§. 325. Wenn nun die Elektrisirmaschine gedreht wird, so wird sowohl in dem Glaszylinder, als auch in dem Reibzeuge die elektrische Materie frei. Sie lagert sich um den Zylinder herum, und äußert ihre elektrische Wirkung auf andere Körper, die ihr nahe in ihren elektrischen Wirkungskreis kommen. So wirkt sie nun auf den messingenen Conductor, der von den massiven Glassäulen unterstützt wird. Sie elektrisirt diesen Conductor durch Mittheilung, oder die Elektrizität des Glaszylinders wird gleichsam durch den Conductor fortgeleitet, kann sich aber von diesem aus nicht weiter verbreiten, weil der Conductor auf elektrische Körper ruht.

Wenn ein Mensch auf dem Isolirstuhle steht, so macht er gleichsam eine Fortsetzung des Conductors aus. Auch durch ihn wird die Elektrizität von der Maschine aus, dem gemeinen Sprachgebrauche nach, fortgeleitet; also wird auch dieser Mensch durch Mittheilung elektrisirt. Geht aber von dem Menschen oder von dem Conductor eine Kette auf den Boden herab, so kann weder der Mensch, noch der Conductor Elektrizität äußern,

weil sie durch diese abgeleitet wird, und sich dann gleichsam verliert.

Von dem elektrischen Anziehen, Abstossen, von dem Ausströmen der elektrischen Materie aus Spitzen und Ecken, und von verschiedenen elektrischen Versuchen.

§. 326. Hängt ein kleines Hollunderkügelchen an einem seidenen Faden, und bringt man es, indem man den Faden hält, an den elektrisirten Conductor, so wird es von diesem angezogen, aber sogleich wieder abgestossen. Berührt man es mit dem Finger, so setzt es daran seine Elektrizität wieder ab, und wird von neuem angezogen, aber auch sogleich wieder abgestossen u. s. w. Auf dieses Anziehen und Abstossen gründen sich folgende elektrische Versuche: Die elektrische Spinne; das elektrische Glockenspiel (Fig. 263); der elektrische Hagel (Fig. 264); der Tanz der papiernen Puppen (Fig. 265); der elektrische Sandwirbel; das Aufschwellen der Baumwolle, eines Haarbusches; die fliegende Feder; der elektrische Goldregen; die elektrischen lustigen Knaben (Fig. 266) und mehrere andere Spielwerke.

§. 327. Wird die Elektrisirmaschine im Dunkeln gedreht, und hält man einen messingenen Stift, der an einem Ende spitzig, an dem andern stumpf ist, mit dem spitzigen Ende ohngefähr in einer Entfernung von einem halben Fuß gegen den Conductor der Maschine, so sieht man an der Spitze des Stifts einen kleinen leuchtenden Stern. Je näher man mit der Spitze an den Conductor kommt, desto heller leuchtet dieser Stern. Steckt man den Stift mit seinem stumpfen Ende in ein Löcherchen

des Conductors, so sieht man an der emporstehenden Spitze keinen Stern mehr, sondern eine feurige Ruthe. Hält man die Hand gegen dieselbe, so hat man daran die Empfindung eines Windes, und bringt man die Flamme eines Lichtes in ihre Nähe, so wird diese eben so, wie von einem Winde zur Seite geblasen; ein Beweis, daß aus der Spitze wirklich etwas ausströmt. Hat der Conductor viele Ecken und Spitzen, so fährt aus jeder ein Strahlenbüschel heraus. Geschieht dieß, so kann der Conductor seine Elektrizität auf andere Art nicht gut mehr äußern; darum muß er überall abgerundet und glatt gemacht, und nur mit einem kleinen Loche zum Einstecken von Spitzen, womit man Versuche machen will, versehen seyn.

Nachfolgende Versuche zeigen das wirkliche Ausströmen der elektrischen Materie aus Spitzen und Ecken sehr deutlich: Ein Stern dreht sich um seine Achse (Fig. 267); ein anderer läuft über eine schiefe Fläche hinauf (Fig. 268); das elektrische Pferdrennen (Fig. 269); das elektrische Planetensystem (Fig. 270) u. s. w.

Im Dunkeln sieht man bei diesen Versuchen aus den Spitzen nach einerlei Gegend hin leuchtende Strahlenbüschel (wie bei umlaufenden Feuerrädern) ausströmen, die wegen der schnellen Umdrehung einen leuchtenden Kreis bilden; und diese verursachen bei diesem Apparate, wie bei Segners Wasserrad, eine Rückwirkung.

Setzt der auf dem Isolirstuhle befindliche elektrisirte Mensch eine messingene Krone (Fig. 271) auf, so strömt aus jeder Spitze der Krone ein leuchtender Büschel. Diese Büschel umstrahlen den Menschen wie ein sogenannter Heiligenschein.

§. 328. Verbindet man mit dem Conductor der Elektrisirmaschine eine Kette mit der Erde, so fließt,

wie schon gesagt wurde, alle Elektrizität natürlich ab. Ist aber diese Metallleitung nicht überall ganz zusammenhängend, sondern hie und da unterbrochen, so springt an jeder Unterbrechungsstelle (wenn sie alle nur klein sind) die elektrische Materie als ein vervielfältigter Funke über, worauf sich nachfolgende sehr schöne Versuche gründen: Die leuchtende elektrische Säule (Fig. 272); die elektrische Bataille (Fig. 273); der elektrische sitzende Dukatenmann (Fig. 274); die elektrische leuchtende Kugel (Fig. 275); die magisch-elektrischen Fragen und Antworten (Fig 276); die elektrische Salutation (Fig. 277); der elektrische Regenbogen (Fig. 278); der elektrische Komet (Fig. 279); die elektrischen Spiralröhren (Fig. 280); die elektrische Krone (Fig. 281); das elektrische Bild (Fig. 282); die elektrische Uhr (Fig. 283); der elektrische Tempel (Fig. 284); der elektrische Tempel mit vier Säulen (Fig. 285) u. s. w.

Will man mit dem Conductor des Reibzeuges Versuche machen (welches nur geschehen kann, wenn das Reibzeug isolirt ist, wie die Fig. 262), so muß man von dem Hauptconductor eine Kette bis auf den Boden herunterhängen lassen, so wie es bei Versuchen mit dem Hauptconductor nöthig ist, eine Kette von dem Conductor des Reibzeuges aus mit dem Boden zu verbinden, weil sonst die Elektrizität des einen immer die Elektrizität des andern stört. Versuche hierüber werden in der Vorlesung gemacht.

Von entgegengesetzten Elektrizitäten und Elektrometern.

§. 329. Sehr merkwürdig sind folgende Erscheinungen, welche auf zwei entgegengesetzte Elektrizitäten schließen lassen. Der Körper, waran der Glas-

zylinder oder ein anderer Nichtleiter gerieben wird, das Reibzeug zeigt, wenn es isolirt war, ebenfalls eine Elektrizität, die aber der Elektrizität des geriebenen Körpers entgegengesetzt ist, wie aus folgenden Versuchen erhellet:

1) Ein an einem seidenen Faden hängendes, also isolirtes, Hollundermarkkügelchen, welches von dem Conductor des Glaszylinders angezogen und wieder abgestossen wird, hat nun die Elektrizität des Glaszylinders angenommen, und wird von diesem nicht weiter angezogen, so lange es dieselbe Elektrizität behält, sondern immer abgestossen; hingegen von dem Conductor des Reibzeuges wird es in diesem Zustande angezogen. Nachdem es von diesem wieder abgestossen und ihm die Elektrizität desselben mitgetheilt hat, wird es wiederum von dem Conductor des Glaszylinders angezogen.

2) Zwei isolirte Kügelchen, beide an dem Conductor des Glaszylinders, oder beide an dem Conductor des Reibzeuges durch Mittheilung elektrisirt, die folglich einerlei Elektrizität haben, stossen sich ab; hingegen, wenn das eine Kügelchen an dem Conductor des Glaszylinders, das andere an dem Conductor des Reibzeuges elektrisirt ist, ziehen einander an. Ein Hollundermarkkügelchen zwischen Siegellack und Glas aufgehängt, wird abwechselnd hin- und hergeworfen.

§. 330. Die Elektrizität des isolirten Reibzeuges ist also der des geriebenen Körpers, die des Harzes der des Glases entgegengesetzt, und man bezeichnet sie daher wie entgegengesetzte Größen in der Mathematik durch die Zeichen + und —. Die Glaselektrizität nennt man + E, die Harzelektrizität — E.

Aus obigen Erfahrungen ergibt sich nun folgendes Gesetz:

Gleichnamige Elektrizitäten stossen sich ab, ungleichnamige oder entgegengesetzte ziehen sich an.

§. 331. Genaue Versuche und Beobachtungen haben gelehrt, daß es zur Entwicklung der einen oder der andern dieser Elektrizitäten nicht darauf ankomme, ob der geriebene Körper Glas oder Harz sey, daß sich vielmehr in jedem Körper beide Elektrizitäten erregen lassen, daß es nämlich, ob die Elektrizität + E oder — E werde, auch auf das Reibzeug ankomme. So wird z. B. Glas — E elektrisch, wenn man es mit einem Katzenfelle reibt, und so wird Harz + E elektrisch, wenn man es mit dem bewußten Amalgama reibt.

Die Namen Glaselektrizität und Harzelektrizität sind also nicht ganz anpassend, und deßwegen nennt man gegenwärtig die erstere positive und die andere negative, oder wie schon gesagt wurde, + E und — E.

§. 332. Auch die Ausströmungen des Lichts (ohne Funken) sind bei beiden Elektrizitäten verschieden, wie nachstehende Versuche deutlich zeigen.

Wenn man einen spitzigen Leiter auf den Conductor des Glaszylinders setzt, so erscheint das ausströmende Licht als ein Feuerbüschel; steht er aber auf dem Conductor des Reibzeuges, so erscheint ein leuchtender Stern.

Wenn man auf einen sehr glatten Harzkuchen ein metallenes Glöckchen setzt, und es positiv elektrisirt, dann aufhebt, und die Stelle, wo es stand, mit feinem pulverisirtem Colophonium, Schwefel ꝛc. bestaubt, so wird eine sehr schöne strahlige Figur zum Vorschein kommen, welche hingegen mehr wolkenartig sich darstellt,

wenn man das Glöckchen negativ elektrisirt hat. Ein neuer Beweis des wesentlichen Unterschiedes zwischen + E und — E. Man nennt diese Figuren von ihrem Entdecker die Lichtenbergischen Figuren.

§. 333. Je stärker die eine oder die andere dieser Elektrizitäten ist, desto kräftiger oder gewaltsamer geschieht auch das Anziehen und Abstossen der in den elektrischen Wirkungskreis kommenden leichten Körper. Auf die Verschiedenheit in der Gewalt des Abstossens gründen sich diejenigen nützlichen Werkzeuge, welche Elektrometer oder Elektrizitätsmesser genannt werden.

Es gibt mehrere Arten von Elektrometern. Das einfachste ist das Canton'sche. Es besteht aus zwei leinenen Fäden, welche parallel neben einander an seidenen Fäden hängen, und an ihren Enden Hollundermarkkügelchen enthalten. Elektrisirt man diese Kügelchen auf einerlei Art, z. B. bloß mit dem Conductor des Glaszylinders, oder bloß mit dem Conductor des Reibzeuges, so fahren sie auseinander, und zwar um desto mehr, je stärker sie elektrisirt werden. Genauer als dieses Elektrometer, ist das Henley'sche, womit Versuche in der Vorlesung gemacht werden. Von den übrigen Elektrometern wird ebenfalls in der Vorlesung gesprochen werden.

Nähere Erklärung der bisher elektrischen Erscheinungen.

§. 334. Man nimmt als Ursache der Elektrizität eine imponderable elektrische Materie an, die an den Theilen aller Körper haftet, und durch ihr Freiwerden die elektrischen Erscheinungen bewirkt. Nun denke man sich die elektrische Materie nach dem Engländer Symmer,

aus zwei verschiedenartigen Stoffen bestehend, die durch eine gewisse Verwandtschaft auf das innigste miteinander verbunden sind. So lange diese beiden Materien in einem Körper auf das Genaueste mit einander verbunden sind, so lange zeigt der Körper keine Spur von Elektrizität; der Körper befindet sich im natürlichen unelektrischen Zustande. Man kann diesen Zustand aufheben, und beide Stoffe aus ihrem natürlichen Gleichgewichte herausbringen, bei den elektrischen Körpern z. B. dadurch, daß man sie reibt. Der eine von den beiden genannten Stoffen, entweder + E oder — E umgibt den geriebenen Körper; der andere, — F oder + E umgibt das Reibzeug. Es kommt dieß auf die Art des Reibzeuges, die dadurch erregte und auf die elektrische Flüssigkeit wirkende Kraft an, ob diese mehr mit + E oder mehr mit — E verwandt sey; in jenem Falle wird der geriebene Körper positiv, in diesem negativ elektrisch.

Wird z. B. der Glaszylinder (oder auch Glasscheibe) der Elektrisirmaschine mit Amalgama gerieben, so wird dadurch die im Glase haftende elektrische Materie aus dem Gleichgewichte gebracht, und zwar wird das + E durch das Reibzeug herauswärts gezogen, und dieses freie + E umgibt den Glaszylinder gleichsam als elektrische Atmosphäre. Durch dasselbe Reiben wird aber auch die elektrische Materie des Reibzeuges aus dem Gleichgewichte gebracht, und zwar so, daß sich das — E des Reibzeuges auf die Oberfläche desselben begibt. Dieses freie — E beschäftigt sich mit dem freien + E des geriebenen Körpers, ohne sich damit vereinigen zu können. Dreht man die Maschine nicht mehr, so sinken die freien + E und — E wieder in ihren vorigen natürlichen Zustand zurück; das + E des Glas-

zylinders vereinigt sich wieder mit seinen im Innern gebliebenen — E; und das — E des Reibzeuges vereinigt sich wieder mit seinem + E. In Hinsicht auf Elektrizität ist dann die Maschine wieder todt, oder oE.

§. 335. Die geriebenen elektrischen Körper bringen nur in den Leitern die elektrische Flüssigkeit durch bloße Berührung aus dem Gleichgewichte; und wenn diese Leiter isolirt, d. h. durch Nichtleiter von andern Leitern getrennt sind, so kann man auch an den Leitern alle elektrischen Erscheinungen wahrnehmen. Wird die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt, so wirkt das freie + E des geriebenen Glaszylinders auf die elektrische Materie des Conductors, bringt sie aus dem Gleichgewichte und zieht das — E desselben an sich, um sich damit wieder zu sättigen, wenn man durch eine vom Reibzeugconductor herabhängende Kette dafür gesorgt hatte, daß sich das + E des Reibzeuges auch wieder mit dem — E des Bodens sättigen konnte. Ist das — E nach dem + E des Glaszylinders hingezogen, so bleibt in dem Conductor auch + E frei, folglich muß der Conductor gleichfalls positive Elektrizität zeigen. Der Conductor gibt also an den Glaszylinder etwas ab, und empfängt nichts von ihm, wie man ehedem glaubte; er gibt seine — E an den Zylinder ab, und behält nur seine + E. An den Saugspitzen des Conductors sieht man im Dunkeln dieß Abgehen oder Hinströmen aus dem Conductor nach dem Glaszylinder hin deutlich; daher ist der gewöhnliche Sprachgebrauch: Der Conductor werde durch Mittheilung elektrisch, sehr unrichtig. Hängt auch von dem Conductor eine Kette auf den Boden herab, so kann der Conductor keine Elektrizität zeigen, weil dann das freie + E des Conductors mit dem — E des Bodens gesättigt wird. Da in Nichtleitern die elektri-

sche Materie nicht durch bloße Berührung, sondern durch Reibung aus dem Gleichgewichte gebracht werden kann, so wird durch diese Körper das freie + E des Conductors nicht gestört. Darauf gründet sich die Isolirung, wovon schon gesprochen wurde. Setzt sich aber Wasser an die Glasfüße des Conductors, so würde sich das + E des Conductors mit dem — E anderer Leiter ganz, oder zum Theile sättigen können, und dann der Conductor gar keine, oder nur eine geringe elektrische Wirkung zeigen. Dasselbe würde auch der Fall seyn, wenn die Luft, worin die Maschine steht, mit Dünsten erfüllt wäre.

§. 336. Will man Versuche mit dem Reibzeugconductor machen, so hängt man von dem Hauptconductor eine Kette herab, die das freie + E dieses Conductors mit dem — E des Bodens sättigt, die Elektrizität ist dann Null oder oE. Nun kann das Reibzeug mit seinem — E wirken, weil es jetzt von dem + E des geriebenen Körpers keine Störung erleidet; denn sonst würden sich beide gegenseitig einander aufheben.

Bringt man den Knöchel eines Fingers oder einen andern Leiter an den elektrisirten Hauptconductor der Elektrisirmaschine, so sättigt sich das + E des Conductors mit dem — E des Fingers. Hält man den Knöchel des Fingers oder einen andern guten Leiter an den Conductor des Reibzeuges, so sättigt sich das — E des Reibzeuges mit dem + E des Fingers. Die schnelle Vereinigung mit + E mit — E ist immer mit einer Lichtentwicklung verbunden; daher entsteht bei dieser Vereinigung ein Funke. In einer größern Entfernung von der reibenden Stelle ist dieser Funke größer als nahe dabei; denn der Hauptconductor, der sein — E

an das + E des Glaszylinders abgibt, behält sein + E bei, in der Nähe an der reibenden Stelle ist das + E auch seinem abfließenden — E näher, und wird dadurch immer etwas in seiner Freiheit beschränkt; deßwegen vervielfältigt man die Conductoren, und leitet den Funken von den letzten mittelst eines Drathes, woran zwei Kugeln am Endpunkte sich befinden, ab, wodurch eine größere Schlagweite und ein stärkerer Funken (wie schon gesagt wurde) entsteht.

§. 337. Bringt man einen Leiter mit seinem einen Ende in die elektrische Atmosphäre eines elektrischen Körpers, doch außerhalb der Schlagweite desselben, so erhält er an diesem Ende, wie die Versuche zeigen, die entgegengesetzte Elektrizität; und ist er isolirt, so entsteht zugleich an dem andern Ende die gleichnamige Elektrizität mit der des elektrisirten Körpers. Ungefähr in der Mitte aber findet sich eine Stelle ohne alle Elektrizität. Diese Wirkung nennt man eine elektrische Vertheilung.

Rückt man den Leiter aus der elektrischen Atmosphäre heraus, so hört alle Elektrizität in ihm auf.

Auch ein Nichtleiter erhält in der elektrischen Atmosphäre eines andern Körpers an der zugekehrten Seite die entgegengesetzte Elektrizität, nur ist sie weder so stark, noch erstreckt sie sich so weit wie bei einem Leiter.

Es ist daher ein zweites Hauptgesetz der Elektrizität, daß ein Körper, der in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers gebracht wird, an der zugekehrten Seite die entgegengesetzte Elektrizität erhält.

Von der Franklinischen Tafel, der Kleistischen oder Leydner Flasche, der elektrischen Batterie, von verschiedenen merkwürdigen elektrischen Versuchen und dem Elektrophor.

§. 338. Mit der Franklinischen Tafel (Fig. 286), welche auf einer Glassäule e ruht, worauf a und c Metallscheiben, b eine dünne um 1½ Zoll größere Glasscheibe, als die beiden Metallscheiben, und d ein gläserner Handgriff ist, lassen sich folgende merkwürdige Versuche anstellen, welche die elektrische Vertheilung sehr anschaulich machen: Man setze ein kleines Glöckchen auf die obere Metallscheibe, und elektrisire sie mit dem Hauptconductor der Elektrisirmaschine; nehme dann die Scheibe a an dem gläsernen Handgriffe ab, so wird von dieser Scheibe ein positiv elektrisirtes Hollundermarkkügelchen abgestossen, ein Beweis, daß auch die Scheibe positiv elektrisch war. Man berühre nun den Rand der Scheibe a mit dem Knöchel des Fingers, sogleich wird ein lebhafter Funken daraus hervorbrechen. Man nehme die Glasscheibe b hinweg, so wird die Metallscheibe c nicht die mindeste Spur von Elektrizität zeigen. — Als man nämlich das Glöckchen mit dem positiv elektrischen Conductor berührte, da zog das + E derselben das — E des Glöckchen und der Metallscheibe a an sich, um sich damit zu sättigen. Beide behielten daher bloß + E, sie müssen also ein + E Hollundermarkkügelchen abstossen. Brachte man den Knöchel des Fingers daran, so gab es einen Funken, weil das + E der Metallscheibe mit dem — E des Fingers sich sättigte. Die Elektrizität der Metallscheibe war nun wieder oE. Als die Metallscheibe a noch auf der Glasscheibe b lag, und elektrisirt war, da wirkte das freie + E jener Metallscheibe durch das Glas hindurch auf die elektrische Materie der untern Metall-

scheibe, und brachte sie so aus dem Gleichgewichte, daß das — E dieser Scheibe an dem + E der obern Scheibe a beschäftigt war, ohne sich damit vereinigen zu können. Dieß war also eine Vertheilung der elektrischen Materie in c. Nahm man die obere Metallscheibe hinweg, so verschwand diese Vertheilung auch wieder, weil das — E der untern Scheibe an dem + E der obern keine Beschäftigung mehr fand, die — E und + E der untern Scheibe sanken wieder zusammen und die elektrische Materie dieser Scheibe war dann wieder im Gleichgewichte.

Wenn man aber, nach gehörigem Aufeinanderlegen der Scheiben, die untere Scheibe c mit dem Finger berührt, während man die obere Scheibe a elektrisirt, so kommen von ihr kleine Fünkchen zum Vorscheine, weil nämlich das — E der untern Scheibe an dem + E der obern Beschäftigung fand, so floß das gleichsam verlassene + E der untern Scheibe in unserm Körper ab, und dieses Abfließen war mit jener Lichtentwicklung verbunden. Nahm man nun die obere Scheibe und die Glasscheibe ab, so hatte die untere Scheibe bloß noch — E, und wirklich zieht sie nun auch ein positiv elektrisirtes + E Hollundermarkkügelchen an, und bei der Berührung gibt nun auch sie einen kleinen Funken, weil sich das — E der Scheibe mit dem + E des Fingers sättigt. Elektrisirt man die obere Scheibe a wieder, nachdem sie alle aufeinander gesetzt sind, und berührt man während des Elektrisirens mit der einen Hand die obere und mit der andern die untere Scheibe, so erhält man in dem Augenblicke der beiderseitigen Berührung eine starke Erschütterung in den Armen, weil das + E der obern Scheibe sich mit dem — E der untern Scheibe vereiniget, welches mit einer Lichtentwicklung verbun-

den ist. Mann nennt die ganze Verbindung von den drei Scheiben die Franklinische Tafel, weil Franklin damit viele Versuche angestellt hat.

§. 339. Das Elektrisiren mit dieser Franklinischen Tafel wird das Laden derselben genannt. Durch die Verbindung der obern und untern Scheibe erfolgt das Entladen. Die Erschütterung, welche man durch das Berühren der obern und untern Scheibe spürt, heißt der elektrische Schlag oder Stoß. Herr v. Kleist (Domherr zu Camin in Pommern 1745) entdeckte ihn zuerst; fast zu gleicher Zeit nahm ihn auch Muschenbröck zu Leyden, in Holland, wahr, daher nimmt man gegenwärtig, statt den drei Scheiben, gläserne Flaschen, die man Kleistische Flasche, oder Leydnerflasche, oder Verstärkungsflasche, Erschütterungsflasche nennt. Es hat mit dieser Flasche ganz dieselbe Bewandniß, wie mit der Franklinischen Tafel. Sie ist bis auf eine gewisse Höhe mit Staniol belegt, in dessen Mitte ein Messingstab mit einer messingenen Kugel gestellt ist. Hält man die Kugel der Flasche an den positiven Conductor der Elektrisirmaschine, so gibt das innere Beleg der Flasche sein — E an den Conductor ab; folglich behält es bloß + E. Dieses + E wirkt durch das Glas der Flasche hindurch auf die elektrische Materie des äußern Beleges, und bringt sie durch Vertheilung aus dem Gleichgewichte. Das — E im äußern Belege beschäftigt sich nämlich mit dem + E des innern Beleges; das + E des äußern Beleges aber fließt in die Körper des Zimmers ab; also hat das äußere Beleg nur — E, während das innere + E hat. Vereinigt man beide E durch einen Leiter, so fahren sie zusammen. Ist der menschliche Körper dieser Leiter, so bekommt dieser von jenem Zusammenfahren eine tüch-

tige Erschütterung, die um so stärker ist, je mehr die Flasche geladen worden war, oder je mehr Umdrehungen man mit der Maschine vorgenommen hatte. Ist ein gebogener Messingdrath mit einem gläsernen Handgriffe (wie bei Fig. 262 zu sehen ist), an dessen beiden Enden ein Paar kleine messingene Kugeln angebracht sind, der sogenannte Auslader, die leitende Verbindung zwischen den äußern und innern Belegen, so entsteht durch das Zusammenfahren der mit einem lebhaften Funken verbundene Schlag. Die leitende Verbindung zwischen beiden Belegen überhaupt wird Erschütterungskreis genannt. Fig. 287 und 288 stellen solche Leydnerflaschen vor, womit in der Vorlesung Versuche gemacht werden.

§. 340. Wird die leitende Verbindung auch durch Umwege geführt, so hat dieß doch keinen merklichen Einfluß auf die Verminderung der Schlagstärke. Es können sich z. B. viele Menschen die Hände geben, und eine lange Reihe bilden; wird dann die Flasche geladen, und der Erste der Reihe berührt mit der Hand das äußere, der Letzte das innere Belege oder die Kugel, so fährt in dem Augenblicke, wo dieß geschieht, der Schlag durch die ganze Reihe der Personen, und alle verspüren in ihrem Körper eine heftige Erschütterung, die so stark seyn kann, (bei dem möglichst starken Laden einer ziemlich großen Flasche) daß alle in die Knie sinken.

Wegen der schnellen Verbreitung durch eine so lange Reihe von Leitern, die dazu mit dem Boden des Zimmers in Verbindung standen, hörte man fast keinen Schall, und nur ein ganz kleiner Funken war an der Flasche sichtbar. Entladet man die Flasche mit dem Auslader, dessen gläsernen Griff man in die Hand nimmt, so muß der Schlag wohl stark gehört, und der

Funken groß und mit sehr lebhaftem Lichte gesehen werden, weil da der Erschütterungskreis nur klein ist.

§. 341. Das Laden der Flasche kann auch geschehen, wenn man die Kugel des innern Beleges in die Hand nimmt, und das äußere Belege an den Conductor hält; alsdann wird im innern Belege + E frei, welches durch das Glas hindurchwirkt, und das — E des äußern Beleges wird durch unsern Körper abgeleitet. Da also nun im innern Belege + E, im äußern — E frei ist, so werden durch eine leitende Verbindung zwischen den beiden Belegen wieder dieselben Erscheinungen erfolgen.

§. 342. Wenn die metallische Leitung aus Gliedern, die nicht ganz zusammenhängend sind, besteht, so kann sich das — E mit dem + E nur sprungweise verbinden, während ein Hinfließen der elektrischen Materie bei einer glatten Leitung statt finden würde. Ist die metallische Leitung zwischen dem + E und — E nur etwa einen Zoll weit voneinander getrennt, so springt bei dem Entladen der Funke von dem + E zum — E über, und der Funke zündet bei diesem Uebergange entweder leichtentzündliche Körper an, oder er wirft einen zwischen beiden Unterbrechungsstellen gebrachten Körper bei der Vereinigung zwischen dem + E und — E um. Leicht erklärt man sich daraus nachfolgende sehr schöne Versuche, die in der Vorlesung gemacht werden: Der elektrische Jäger (Fig. 291); die elektrische Kegelstadt (Fig. 292); der elektrische Tempel mit Spiritus (Fig. 293); das Anzünden durch das Wasser (Fig. 294); das elektrische Erdbeben (Fig. 295); das elektrische Tranparmtehaus (Fig. 296); der Thurm mit dem Blitzableiter (Fig. 297); das elektrische Donnerhaus (Fig. 298); die elektrische Kirche mit der Gewitterwolke (Fig. 299); die

elektrische Pistole (Fig. 300); die schöne Leydnerflasche (Fig. 301) u. s. w.

§. 343. Je größer eine Flasche, folglich auch ihr inneres und äußeres Belege ist, desto mehr elektrische Materie ist auch an ihr; folglich desto mehr + E und — E kann auch an den Belegen frei gemacht werden. In diesem Falle müssen auch die elektrischen Erscheinungen auffallender, die Funken größer, und die Erschütterungen stärker seyn; daher kann man durch eine sogenannte elektrische Batterie ungleich größere Wirkungen hervorbringen, als durch eine einzelne Flasche. Es werden nämlich mehrere Flaschen, wie (Fig. 302) zeigt, in einen mit Staniol belegten Kasten neben einander gestellt, wo sowohl ihre äußeren, als auch ihre innern Belegungen durch messingene Dräthe mit einander verbunden sind.

§. 344. Sehr merkwürdig und belehrend sind die Entzündungs-, Zersplitterungs-, Schmelzungs- und Tödtungsversuche, welche man mittelst dem Henley'schen Auslader (Fig. 303) durch Hülfe einer Batterie machen kann, womit auch Versuche in der Vorlesung gemacht werden.

Ferner Versuche, die mittelst der Batterie gemacht werden können, sind: Fig. 304, wo man den Batteriefunken bei der Entladung über das Wasser rasch springen sehen kann, der lange Zeit das Gesicht blendet. Dieser schöne Versuch erfordert eine äußerst starke Ladung; eben so schön sind die Versuche mit (Fig. 305 und 306), wo der Batteriefunken durch die vielen Unterbrechungen, welche die Schlagweite nicht übertreffen dürfen, schön leuchtende Tempel darstellen u. s. w.

Mittelst der Leydnerflasche oder der Batterie ahmet man die Wirkung des Blitzes bei einem Gewitter im

Kleinen nach; man sieht daraus, was der Blitz bei einem Gewitter eigentlich ist, wie er sich auf mancherlei Körpern entladet, und auf welche Art er in denselben oft so viele und gewaltsame Zerstörungen anrichtet. — Welche Vorsicht man bei dem Entladen einer Batterie zu beobachten hat, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 345. Ein anderes auf der Vertheilung der Elektrizität sich gründendes Werkzeug ist der Elektrophor (oder beständige Elektrizitätsträger), welcher von dem dänischen Physiker Wilke im Jahre 1762 erfunden, aber erst im Jahre 1775 von dem Italiener Volta bekannt gemacht wurde. Es sind daran drei Stücke zu unterscheiden:

1) Die Form c (Fig. 307), eine Schüssel von Metall,
2) der hineingegossene Harzkuchen b, aus 6 Theilen Colophonium, 4 Theilen Schellak und 1 Theil Terpentinöhl;
3) der Deckel a, eine Scheibe von Holz oder Pappe, mit Staniol belegt; dieser muß im Durchmesser einige Zoll kleiner seyn, als die Schüssel, und mit seidenen Schnüren dd versehen seyn, um ihn isolirt aufheben zu können. Die Schüssel oder Form c und den Harzkuchen b nennt man zusammen die Basis des Elektrophors.

§. 346. Reibt man den Harzkuchen mit Pelzwerk, so wird auf seiner Oberfläche — E frei. Setzt man dann den Teller an den isolirten Schnüren auf, so bringt das freie — E des Kuchens die elektrische Materie des Deckels aus dem Gleichgewichte, es sucht Beschäftigung an dem + E des Deckels, kann sich aber, weil keine Ecken und Spitzen da sind, nicht mit ihm vereinigen. Da nun das + E des Deckels nach dem Harz-

kuchen hingewendet ist, so haftet das — E des Deckels auf der obern, nach Außen hingekehrten Fläche desselben. Alle übrigen E in den Kuchen und in der Form müssen dann ebenfalls von einander getrennt seyn, und zwar in folgender Ordnung:

Oberste Fläche des Deckels — E;
unterste = = = + E.
Oberste Fläche des Kuchens — E;
unterste = = = + E.
Oberste Fläche der Form — E;
unterste = = = + E

wie (Fig. 307) deutlich zeigt, so daß immer ein E an dem andern entgegengesetzten Beschäftigung findet. Hebt man den Deckel, ohne ihn berührt zu haben, wieder in die Höhe, so sinken alle zu einander gehörende E wieder zusammen; und dann ist natürlich die ganze Vorrichtung oE; wenn man aber den aufgesetzten Deckel mit dem Finger berührt, so fließt das obere — E des Deckels in den Finger und in den Körper ab, um sich da mit + E zu sättigen; folglich bleibt dann nur noch + E in den Deckel. Als jenes — E des Deckels nach dem Finger hinfuhr, da gab es den kleinen stechenden Funken. Hebt man den Deckel, der bloß noch + E enthält, an den seidenen Schnüren ab, so muß er wohl ein + E Hollundermarkkügelchen abstossen, und durch Annäherung des Fingers, den er rasch — E bis zur Sättigung entzieht, einen lebhaften Funken geben. Nun ist auch die Elektrizität des Deckels oE, und bleibt es so lange, bis er wieder auf den Harzkuchen gesetzt wird, und ihn von neuem mit dem Finger berührt. Setzt man die Basis des Elektrophors auf ein kleines Isolirgestelle, und legt man auch den Deckel wieder gehörig auf, zwar ohne ihn, wie vorher, zu berühren,

so kann man folgende Versuche damit machen: Man berühre die oberste Fläche des Deckels und die unterste Fläche der Form zu gleicher Zeit. Man wird dann in dem Augenblicke der beiderseitigen Berührung eine Erschütterung in den Armen spüren, weil, vermöge der leitenden Verbindung der beiden Arme, das — E der obern Fläche des Deckels, und das + E der untern Fläche der Form zu einander hinströmen. Der aufgehobene Deckel, welcher sein — E verloren hatte, zeigt nun wieder positive Elektrizität (+ E), stößt ein + E Hollundermarkkügelchen ab, und gibt durch Berührung mit dem Finger wieder den lebhaften Funken. Die Form aber, welche ihr unteres + E verloren hat, und nur noch — E besitzt, zeigt die negative Elektrizität, indem sie ein + E Hollundermarkkügelchen anzieht. Kommt man ihr mit dem Finger nahe, so gibt sie auch einen kleinen stehenden Funken, weil sie sich wieder mit dem + E des Fingers sättiget.

§. 347. Mit Hülfe des Elektrophors ladet man auch eine Flasche, indem man nach dem Berühren und Aufziehen des Deckels denselben an die Kugel der innern Belegung bringt, und dieß Verfahren öfters wiederholt. Ueberhaupt kann man mit dem Elektrophor verschiedene elektrische Versuche (wie sie auch in der Vorlesung gemacht werden) machen, und ihn daher als eine Elektrisirmaschine gebrauchen. Von dem Kondensator, dessen Bestimmung ist, sehr schwache Grade der Elektrizität bemerklich zu machen, und dessen Einrichtung, wird in der Vorlesung gesprochen.

§. 348. Bisher wurde immer von den Erscheinungen der Elektrizität in freier atmosphärischer Luft gesprochen. Es entsteht nun die Frage, ob sich auch im luftleeren Raume Elektrizität erregen lasse, und ob die

Erscheinungen derselben von den bisher betrachteten unterschieden seyen. — Allerdings läßt sich auch im luftleeren Raume Elektrizität erregen. Aber die verdünnte Luft ist kein Nichtleiter mehr; daher breitet sich das elektrische Licht im luftleeren Raume sehr weit aus, wie die sehr schönen Versuche (Fig. 308 und 309) und mehrere andere deutlich zeigen.

§. 349. Eine besondere Gattung von elektrischen Erscheinungen machen diejenigen aus, welche sich bei bloßer Berührung mancher verschiedenartiger Körper, z. B. Zink und Silber, Zink und Kupfer u. s. w. zeigen. Diese Gattung wird auch nach dem Entdecker Galvanismus genannt.

§. 350. Galvani, Professor zu Bologna, fand nämlich 1790, daß der Körper eines Frosches convulsivisch zusammen gezogen werde, wenn man eine Nerve vor seinem Eintritte in die Muskel mit einem Metalldrathe versähe, und dann zwischen den Nerven und der Muskel eine leitende Verbindung durch ein anderes Metall anbrachte. Galvani schloß hieraus, daß die Muskeln im Zustande geladener Flaschen wären, und die Stelle der Conductoren vertreten.

Diese Versuche wurden von andern Physikern weiter verfolgt, die aber der Behauptung des Galvani nicht alle beipflichteten.

Alexander Volta, zu Como, zeigte, daß immer Elektrizität durch Berührung zweier Metalle von verschiedener Art hervorgebracht werde. Diese sey zwar geringer, die Nerven aber seyen auch äußerst empfindlich gegen die Elektrizität, und deßhalb als sehr vollkommene Elektrometer anzusehen.

§. 351. Wenn man ein Stück Zink an das obere Zahnfleisch der linken Seite, und ein Stück Silber an das untere Zahnfleisch der rechten Seite hält, so daß die Enden der Metalle aus dem Munde hervorragen, so bemerkt man, wenn man diese Enden in Berührung bringt, ein Licht in den Augen. Wenn man auf die Oberfläche der Zunge ein Stück Silber legt, an der untern Seite der Zunge aber einen Streifen Blei anbringt, so empfindet man, wenn man beide Metalle an der Spitze der Zunge in Berührung bringt, einen säuerlichen Geschmack.

§. 352. In kurzer Zeit nach der ersten Entdeckung sind in dieser Materie ungemein wichtige und schöne Versuche von Volta, Nicholson, Biot, Ermann, Voigt, Ritter u. s. w. angestellt, und ganz neue Ansichten in der Physik eröffnet worden.

§. 353. Volta erfand im Jahre 1800 für die Berührungselektrizität Batterien, wodurch ihre Wirkungen sehr verstärkt werden.

Eine andere Einrichtung ist die, auch von Volta angegebene Säule. Platten von Zink und Silber, oder Zink und Kupfer, und Scheiben von Pappe oder Tuch in Salzwasser getränkt, werden übereinander gelegt, so daß eine Säule von mehreren Lagen daraus entsteht, die zwischen isolirenden Körpern, z. B. Glasröhren, festgehalten wird. Zu den silbernen Platten kann man große Stücke, z. B. Kronenthaler nehmen. Eine solche Voltaische Säule oder Batterie zeigt, ohne weitere Vorbereitung, ohne Reiben ꝛc. (was bei den gewöhnlichen elektrischen Erscheinungen nöthig ist), merkwürdige elektrische Erscheinungen.

§. 354. Man muß bei diesen Voltaischen Batterien zwei Dimensionen unterscheiden, nämlich:

1) Die Größe der Platten, und

2) ihre Anzahl.

Von der Flächengröße der Platten hängt die Menge der elektrischen Materie, welche erregt wird; von der Anzahl der Platten aber die Stärke, Spannung, Intensität derselben ab. Die Größen der Platten scheinen mehr die chemischen, die Anzahl derselben aber die mechanischen Wirkungen zu bestimmen. Je größer daher die Platten sind, desto größer ist das Vermögen der Säule Flüssigkeiten zu zersetzen, Metalle zu oxydiren, und die Phänomene des Lichtes und des Verbrennens hervorzubringen. Je mehr Plattenpaare sie enthält, desto stärker ist der Schlag, den sie gibt, und desto stärker wirkt sie auf das Elektrometer. (Fig. 310 zeigt die Anordnung einer liegenden Voltaischen Säule deutlich.)

§. 355. Die Wirkungen der Säule sind:

1) Mechanische. In der Mitte einer gut isolirten Säule bei C zeigt sich keine Spur von Elektrizität. In C ist der Indifferenzpunkt, es ist da keine Elektrizität. Nach A zeigt sich zunehmend + E. In A selbst ist der positive Pol der Säule. Nach B hin zeigt sich zunehmend — E. In B selbst ist der negative Pol.

2) Chemisch. Das Wasser zersetzt sich, wie die Versuche zeigen, durch die Entladung der Säule, und zwar entsteht an der Spitze des vom positiven Pol abgehenden Platindrathes Sauerstoffgas, und an der Spitze des vom negativen Pole herkom-

menden, Wasserstoffgas. Man kann diese Gasarten durch gehörige Vorrichtung des Apparates (Fig. 311) auffangen.

3) Physiologische. Im Kleinen kann man davon schon die Erfahrung machen, wenn man ein Stück Zink und ein Stück Kupfer eins über, das andere unter der Zunge in den Mund steckt, und ihre hervorstehenden Enden in Berührung bringt, wie schon angeführt wurde. Die Voltaische Säule aber zeigt diese Wirkungen nach der Menge ihrer Plattenpaare sehr verstärkt. Wenn man das Ende des + E Pol mit der einen Hand (ins Salzwasser getaucht), das andere Ende des — E Pol mit der andern Hand berührt, so fühlt man einen heftigen elektrischen Schlag. Versuche hierüber in der Vorlesung.

§. 356. Professor Oersted aus Kopenhagen hat im Jahre 1819 entdeckt, daß die Voltaische Säule magnetische Erscheinungen hervorbringt. Eine Magnetnadel wird bei einer gewissen Stellung gegen sie, wie die Versuche zeigen, aus ihrer Richtung gebracht; der Leitungsdrath, welcher die Pole der Säule verbindet, zieht auch, wenn er von Messing ist, Eisenfeile, wie ein Magnet an; unmagnetisches Eisen kann durch ihn magnetisch gemacht werden, und er nimmt sogar, wenn er sich frei herumdrehen kann, wie eine Magnetnadel, eine bestimmte Richtung gegen die Weltgegenden an. Zur Hervorbringung dieser Erscheinungen ist schon eine Verbindung zweier Metallplatten (eine sogenannte galvanische Kette) hinreichend; und selbst durch die gewöhnliche Elektrizität kann ein großer Theil derselben hervorgebracht werden. Diese merkwürdige Uebereinstimmung

in den elektrischen und magnetischen Erscheinungen führt den Namen Elektro-Magnetismus.

§. 357. Man hat auch elektrische Säulen ohne feuchten Leiter, trockne Säulen, konstruirt. Zamboni, Professor zu Verona, bereitete im Jahre 1814 Säulen aus Silberpapier, dessen Rückseite mit einem Teig von Braunstein und Honig belegt war. Ein Pendel, zwischen zwei trocknen Säulen aufgehängt, schwingt zwischen ihnen hin und her, so lange sie thätig ist. Dieß war eine Art von einem elektrischen Mobile perpetuum.

§. 358. Die Galvanische Elektrizität scheint auf den menschlichen Körper mehr einzuwirken, als die durch Reibung hervorgebrachte. Man hält sie für besonders heilbringend bei Nervenkrankheiten, Lähmungen, bei der Taubheit und dem schwarzen Staare. Die beste Anwendung des Galvanismus ist sowohl zur Wiederbelebung als Prüfung der Scheintodten; auch sucht man Ertrunkenen, vom Blitze Erschlagenen und Erstickten durch den Galvanismus, vermöge einer starken Säule, wieder Gefühl und Blutumlauf beizubringen. So lange man noch durch diese Elektrizität Zuckungen in dem menschlichen Körper erwecken kann, ist der Mensch nicht todt; sind aber die Theile des Körpers durchaus nicht mehr für dieselbe empfänglich, dann ist es um das Leben geschehen. — Der medizinische Nutzen der Elektrizität durch Reibung ist noch immer nicht so untersucht, und die Anwendung derselben nicht so sehr erleichtert, als zu wünschen wäre. Wie wohlthätig diese wirken kann, bezeugt ein vom Dr. Thieri in Brüssel im Jahre 1814 bekannt gemachter Fall. Ein französischer Offizier wurde in einem Gefechte von einer nahe an seinem Kopfe vorbeifliegenden Kanonenkugel niederge-

worfen. Seine Zunge war dabei ganz zusammengedreht, und so klein, daß man sie kaum im Munde bemerkte. Nachdem acht Monate lang alle ärztliche Hülfe umsonst versucht war, wurde er im physikalischen Kabinete zu Brüssel, durch Anwendung der Elektrizität, in acht Tagen wieder hergestellt. Seine Zunge entwickelte sich nach und nach, und er konnte wieder sprechen, wie vorher. — Wenn in den Hospitälern gute Elektrisirmaschinen und eigene Personen dabei angestellt wären, so würde man mit der Zeit zu mehr Sicherheit über die Wirkungen auf körperliche Uebel gelangen.

§. 359. Es gibt Fische, sogenannte elektrische Fische, welche das Vermögen besitzen, willkührliche Erschütterungen hervorzubringen, die mit den Erschütterungen der Voltaischen Säule Aehnlichkeit haben. Dieses Vermögen dient ihnen theils zur Vertheidigung, theils als Waffen zum Angriffe, um andere Thiere, welche sie als Nahrung gebrauchen, damit zu betäuben. Die stärkste Art derselben, die man bis jetzt kennt, ist der Zitteraal in Südamerika, dessen Schlag wohl ein Pferd zu tödten vermag. — Auch gibt es einen Stein, der, wenn er erwärmt oder erkältet wird, beide Arten von Elektrizität zu gleicher Zeit zeigt. Er heißt Turmalin oder Aschenzieher. — Bekannt ist es auch, daß das Fell mancher Thiere durch das Reiben leicht elektrisch wird. Selbst aus den Haaren mancher Menschen fahren Funken, wenn sie gekämmt werden.

§. 360. Da sich die elektrische Materie durch alle Körper der Erde verbreitet, und von so ausnehmender Wirksamkeit ist, so läßt sich nicht zweifeln, daß sie an vielen Naturerscheinungen Antheil hat. Von einigen weiß man dieß sogar mit Gewißheit. Wahrscheinlich

ist der Galvanismus auch im Innern der Erde, wo es mancherlei Schichtungen von verschiedenartigen Stoffen gibt, immer in großer Thätigkeit.

Unaufhörlich wird in der Erde das elektrische Gleichgewicht gestört, wieder hergestellt, und abermals zerstört ꝛc. Wie oft sind z. B. nicht Vulkane, Erdbeben u. dgl. von elektrischen Erscheinungen begleitet? Könnten hieran nicht Galvanische Schichten Schuld seyn, wenn z. B. Wasser hinzutritt? Das wäre dann eine ungeheure große Galvanische Batterie, eben so, wie wir elektrische Luftschichten und elektrische Wolken über der Erdoberfläche als ungeheuer große Elektrisirmaschinen oder ungeheuer große Conductoren anzusehen haben.

XI. Kapitel.

Von dem Magnete.

§. 361. Es gibt einen Stein, der zu den Eisenerzen gehört, und die Eigenschaft hat, daß, wenn man ihn in Eisenfeilspäne taucht, sich diese sehr stark an ihn anhängen. Dieser Stein heißt der Magnetstein, oder natürliche Magnet. — Feilspäne von andern Metallen hängen sich nicht an ihn an. Man findet ihn in Eisenbergwerken, besonders in Magnetbergen, in der russischen Provinz Perm, Schweden, Norwegen, Ungarn, Deutschland, Spitzbergen, am Harze, in Ostindien, Mexiko und andern Ländern. Seinen Namen soll er von der Stadt Magnesia in Kleinasien haben. — Besonders bemerkt man zwei einander gegenüber liegende Stellen an dem Magnete, an welche sich die Feilspäne vorzüglich stark anhängen. Diese heißen Pole des Magnets. Zwischen beide gibt es eine rund um den Stein herumlaufende Linie, auf welcher sich keine Feilspäne anlegen, oder wo der Magnet keine Anziehung ausübt. — So wie sich die Eisenfeilspäne an den Magnet anhängen, so wird auch anderes Eisen von ihm an-

gezogen. Zertheilt man den Magnet nach der Ebene, die durch die Linie ohne Anziehung geht, in zwei Theile, so bilden sich in jedem Theile ein neuer Pol und eine neue Linie ohne Anziehung, so daß jedes Stück wieder einen ganzen Magnet ausmacht.

§. 362. Hängt man einen Magnet so auf, daß er frei schwebt, so dreht er sich von selbst immer so, daß die Pole in die nämliche Lage kommen. Der eine Pol ist ohngefähr nach Norden, und der andere nach Süden gekehrt. Man nennt daher jenen den Nordpol, und diesen den Südpol des Magnets.

Von beiden Polen zieht der eine so gut, als der andere, das Eisen an, wie auch die Versuche zeigen.

§. 363. Man kann die Kraft eines natürlichen Magnets sehr verstärken, wenn man jeden Pol mit einem dünnen Eisenblech, das sich in eine Art von Fuß endigt, belegt. Dadurch werden die Pole selbst in die Füße gebracht. Ein solcher Magnet heißt ein armirter oder bewaffneter Magnet. — Man hat Magnete dieser Art, die ein Gewicht von vielen Pfunden zu tragen im Stande sind. Dabei braucht nicht das ganze Gewicht von Eisen zu seyn, sondern nur das Stück desselben, daß die Füße des Magnets berührt.

§. 364. Die magnetische Kraft läßt sich auch einem Stück Eisen oder Stahl mittheilen. Dieses wird dadurch selbst ein Magnet, und heißt ein künstlicher Magnet. Die Mittheilung kann durch einen andern natürlichen oder künstlichen Magnet geschehen, indem man das Eisen damit bestreicht, und der Magnet, den man dazu gebraucht, verliert dadurch wenig oder nichts von seiner Kraft. (Von dem doppelten und einfachen Strich des Magnetisirens wird in der Vorle-

sung gesprochen.) — Die künstlichen Magnete haben gemeiniglich die Form von Stäben oder Hufeisen. — Man kann einen eisernen Stab, auch ohne Beihülfe eines andern Magnets, magnetisch machen, bloß dadurch, daß man ihn in die Richtung bringt, in welcher sich die magnetischen Pole eines frei schwebenden Magnets von selbst stellen, und ihn dann durch Hämmern oder Feilen recht erschüttert. Ja es ist schon hinreichend, wenn man ihn in vertikaler Richtung einigemal gegen den Boden stößt. Das untere Ende wird alsdann in unsern Gegenden der magnetische Nordpol, und das andere der Südpol.

§. 365. Die Wirkung eines Magnets erstreckt sich desto weiter, je stärker seine Kraft ist, nimmt aber allemal desto mehr ab, je weiter man sich von ihm entfernt. Eine Ausnahme von dieser Regel könnte es scheinen, daß ein Stückchen Eisen, z. B. ein Schlüssel, eine Nähnadel, an dessen eines Ende man einen Magnet bringt, an dem andern Ende selbst wieder etwas Eisen anzieht, in der Mitte aber nicht. Allein, das Eisen wird durch die bloße Berührung des Magnets selbst ein schwacher Magnet, der seine Pole und seine indifferente Stelle hat. Uebrigens dringt die magnetische Kraft durch die bekannten Substanzen, z. B. durch Glas, Holz, Steine, wie auch die Versuche bei der Porosität gezeigt haben. An einem starken Magnete kann sich eine ganze Reihe von Nadeln immer eine an die andere hängen. Versuche hierüber in der Vorlesung.

§. 366. Auch zwei Magnete ziehen sich an, wenn der Nordpol des einen, gegen den Südpol des andern gehalten wird: Wenn aber die beiden Nordpole einander genähert werden, so stossen sie sich ab.

Es ist daher ein Hauptgesetz des Magnetismus, daß gleichnamige Pole einander abstossen, ungleichnamige aber einander anziehen. Die erstern heißen daher freundschaftliche, die letztern feindliche. — Hierauf gründen sich folgende magnetische Spielwerke Fig. 312, 313, 314 u. dgl., worüber Versuche in der Vorlesung gemacht werden.

§. 367. Um einen Magnet in seiner Kraft zu erhalten, muß man ihm immer, so zu sagen, eine Beschäftigung geben; ihn entweder in Feilspäne legen, oder ein Gewicht (wie Fig. 315 zeigt) tragen lassen. Magnetische Stäbe muß man so aufheben, daß man sie mit den freundschaftlichen Polen aneinanderlegt.

§. 368. Man hat eine besondere Art von künstlichen Magneten, die man Magnetnadeln nennt, weil sie gewöhnlich lang und dünn, in Gestalt einer Nadel, (wie Fig. 5, Tab. I.) sind. Ihr Zweck überhaupt ist, die Richtung der magnetischen Pole an einem Orte anzugeben, und nach ihrem verschiedenen Gebrauche sind sie verschiedentlich eingerichtet. Hieher gehört auch der Kompaß (Fig. 316).

§. 369. Die Richtung einer Magnetnadel ist nicht an allen Orten der Erde dieselbe. An den wenigsten Orten geht sie gerade von Norden nach Süden, sondern an den meisten weicht sie mehr oder weniger gegen Osten oder gegen Westen ab. Auch an einem und ebendemselben Orte ändert sie sich mit der Zeit. — In ganz Europa ist die Abweichung der Maguetnadel jetzt westlich.

§. 370. Außer dieser Richtung hat die Magnetnadel noch eine andere, nämlich eine Neigung, Inclination gegen den Horizont. Auch diese Inclinition ist

an verschiedenen Orten verschieden, und ändert sich an demselben Orte, jedoch viel langsamer, als die erstere Richtung.

Erklärung der bisherigen magnetischen Erscheinungen.

§. 371. Wegen der großen Aehnlichkeit der magnetischen Erscheinungen mit manchen elektrischen, erklärt man jene am leichtesten und ungekünsteltsten wohl so: Ueberall in der Welt, in allen Körpern derselben, ist eine magnetische Flüssigkeit verbreitet, welche nicht einfach, sondern aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Die beiden Bestandtheile der magnetischen Materie nennt man positive und negative, oder Nordmagneticität + M, und Südmagneticität — M. Sind + M und — M durch ihre große Verwandtschaft mit einander auf das Innigste vereinigt, so bringen sie keine magnetische Wirkung hervor; jede verwendet dann ihre Kraft zu der gegenseitigen Vereinigung. Wird aber die magnetische Materie in ihre Bestandtheile zerlegt, so wirkt jeder derselben auf den gleichnamigen abstossend, auf den ungleichnamigen anziehend. Das freie + M stößt das freie + M; das freie — M stößt das freie — M ab; das freie + M aber zieht das freie — M an.

§. 372. Bei der Annäherung eines Eisenstabes mit seinem einen Ende an den Nordpol des Magnetes wird durch das M des letztern das M des erstern vertheilt (wie bei der Annäherung eines Conductors gegen einen elektrischen Reiber): Das — M des Stabes wird von dem + M des Stabes angezogen, und das + M des erstern wird auf die andere Seite hingestossen. In der Mitte ist kein M bemerkbar. — Wird der Stab mit seinem — M gegen den Südpol des Magnetes, der auch — M hat, gehalten, so werden sich beide nicht anzie-

hen; wird aber das andere Ende mit seinem + M gegen das — M des Südpols gehalten, so ziehen sie sich an.

§. 373. Nimmt man an, unser Erdball sey ein großer, mit Polarität begabter Magnet, so läßt sich die Declination und Inclination der Magnetnadel recht gut erklären. Nach den freundschaftlichen Polen dieses großen Magnets wenden sich nun die Pole unserer Magnetnadeln und aller unserer übrigen Magnete hin. Nach dem Nordpole des Erdmagnetes kehrt sich also derjenige Pol aller kleinern Magnete hin, welchen wir, seiner Richtung nach Norden wegen, gleichfalls Nordpol nennen, obgleich er eigentlich, als freundschaftlicher Pol jenes Nordpols, Südpol heißen sollte. In der südlichen Hälfte der Erde strebt der Südpol der Nadel und aller übrigen Magnete, der eigentlich Nordpol heißen sollte, nach dem Südpole des Erdmagnetes hin. Nun läuft aber die Achse des großen Erdmagnets nicht mit der geographischen oder astronomischen Erdachse zusammen, folglich fallen auch die geographischen oder astronomischen Erdpole nicht in die magnetischen Erdpole; daher fallen auch diejenigen Stellen der Erde, worin die Magnetnadel nach keinem von beiden Polen sich neigt, nicht in den Aequator der Erde, oder in diejenige Fläche, welche der Erdball in die nördliche und südliche Hälfte eintheilt. Vielmehr schneidet der magnetische Aequator den geographischen Erdäquator in zwei Punkte und unter einem gewissen Winkel. Nach mehreren, bisher auf das Sorgfältigste, angestellten Beobachtungen macht der magnetische Aequator mit dem Erdäquator einen Winkel von 11 Graden. Die Magnetnadel muß also fast überall von der wahren nördlichen Weltgegend abweichen, und sich unter einen ge-

wissen Winkel neigen, weil sie sich nach dem Pole des großen Erdmagnets, und nicht nach dem geographischen Erdpole hin richtet. — Dieß wird durch eine Zeichnung, wie sich diese Erscheinung auf Reisen um die Erde bestätigt hat, veranschaulicht.

§. 374. Die Veränderungen, welche mit der Declination und Inclination der Magnetnadel vorgehen, scheinen davon herzurühren, daß die magnetische Achse des Erdballes (vielleicht durch Einwirkung der Magneticität anderer Weltkörper) sich verändert. Die jährlichen und täglichen Veränderungen der Magnetnadel aber werden gewöhnlich dem Einflusse des Temperaturwechsels zugeschrieben. In der Nähe des Aequators, wo die Temperatur beständiger ist, sind diese Veränderungen fast unmerklich klein. Manche Unregelmäßigkeiten rühren auch von der Nähe magnetischer Felsen her u. s. w.

Die Schwingungen der Magnetnadel werden natürlich desto schneller, je stärker die magnetische Anziehung wirkt. Der berühmte Reisende, Alexander von Humbold, machte sehr merkwürdige Beobachtungen darüber. Er fand z. B., daß eine Magnetnadel, die in Peru (im südlichen Amerika, in der Nähe des Aequators) in zehn Minuten 211 Schwingungen machte, zu Paris, also näher dem einen Pole des großen Erdmagnetes, deren 245 verrichtete. Auch dieß macht das Daseyn des großen Erdmagnetes um so wahrscheinlicher.

§. 375. Aeußerst merkwürdig und von außerordentlichem Einflusse für die ganze Lehre der Elektrizität und Magnetismus ist die, von dem Professor Oersted in Kopenhagen, gemachte Entdeckung (wovon schon gesprochen wurde), daß eine Magnetnadel, auf welche ein

geschlossener galvanischer Kreis einwirkt, aus ihrer Lage komme, und je nach Umständen, bald östlich, bald westlich abweicht. Diese wichtige Erscheinung, von der man früher keine Ahnung hatte, war kaum bekannt geworden, so fing sie auch sogleich an, alle Physiker des In- und Auslandes ungemein zu beschäftigen, und höchst wundervolle Wahrnehmungen herbeizuführen. Eine Menge Versuche mit eigends dazu erfundenen Apparaten zeigten, daß ein geschlossener galvanischer Kreis völlig so, wie der Magnetismus wirke, daß er alle Metalle, durch welche der elektrische Strom eines solchen Kreises fließt, magnetisch mache, und daß es nur eines Kreisens dieses Stromes um einen stählernen Stab bedürfe, um ihn zu einem dauernden starken Magnet umzuschaffen. Diese herrlichen Entdeckungen, aus welchen mit der Zeit eine genügende Theorie des Magnetismus hervorzugehen verspricht, und in welchem die schon so lange vermuthete Identität zwischen Elektrizität und Magnetismus ihre wahre Begründung zu finden scheint, haben bereits einen solchen Umfang angenommen, daß die Gränzen, welche diesem Lehrbuche gesetzt sind, es nicht gestatten, alle einzelne hieher gehörige Apparate und Versuche umständlich zu beschreiben.

Anmerkung:

Von dem sogenannten thierischen Magnetismus läßt sich in einem physikalischen Lehrbuche nicht wohl etwas sagen. Was davon behauptet wird, ist höher als alle menschliche Vernunft.

XII. Kapitel.

Von dem Weltgebäude.

§. 376. Unter dem Worte Welt wird nicht bloß unsere Erde, sondern zugleich auch die Sonne, der Mond und die unzählbaren Sterne verstanden. Alle diese Körper heißt man Weltkörper oder Himmelskörper, und jenen unermeßlichen großen blauen Raum, an welchem wir die majestätische Sonne, den freundlichen Mond und das zahllose Heer von Sternen erblicken, gewöhnlich den Himmel oder das Firmament. Die Ordnung oder Verbindung aller Himmelskörper untereinander wird das Weltgebäude oder Weltall (Universum) genannt.

§. 377. Wenn man zur Nachtzeit den Himmel aufmerksam betrachtet, so findet man, daß mehrere der Himmelskörper immer ihre Lage gegen einander behalten, andere aber dieselbe verändern, noch andere sogar mit Schweifen versehen sind; man schließt daraus, daß diese Körper nicht von einerlei Art sind, und theilt sie nach den Beobachtungen ein:

1) In Fixsterne oder Sonnen;
2) = Wandelsterne oder Planeten;
3) = Nebenplaneten oder Monde, und
4) = Bartsterne oder Kometen.

Von den Fixsternen.

§. 378. Die meisten Sterne, die man an einem heitern Abend am Himmel sieht, sind Fixsterne. Diese unterscheiden sich von den andern Sternen theils durch ein funkelndes Licht, theils durch den unveränderlichen Ort, welchen sie fast immer in gleicher Entfernung von einander zu behalten scheinen. Eben deßwegen werden sie auch (von dem lateinischen Worte Fixus angeheftet) Fixsterne genannt.

Alle Fixsterne sind Sonnen:

1) Weil ihr großer und zitternder Glanz beweiset, daß sie ihr eigenes Licht haben, dessen Strahlen sich in unserm Lichtkreise brechen, welche Brechung nur die zitternde Bewegung des Sonnenlichtes bewirken kann;
2) weil sie so unermeßlich weit von unserer Sonne entfernt sind, daß sie unmöglich ihr Licht von unserer Sonne erhalten, und auf uns zurückwerfen können.

§. 379. Wenn man an einem heitern Abend den Himmel betrachtet, so erblickt man mit bloßen Augen schon bei 6000 Fixsterne. — Um diese Sterne zu zählen, hat man sie schon in frühesten Zeiten in gewisse Bilder, welche man Sternbilder nennt, getheilt, und nach ihrem Lichte in gewisse Ordnungen gebracht.

Durch Erfindung und Verbesserung der Fernröhre zählt man deren jetzt schon über 100,000. Hiezu sind

aber diejenigen nicht gerechnet, welche sich in der Milchstraße befinden. — Milchstraße nennt man nämlich denjenigen breiten, weißschimmernden Streifen, welcher wie ein Gürtel um den ganzen Sternhimmel herumgeht, und welcher Millionen Sterne enthält, deren Strahlen, wegen der unermeßlichen Entfernung, als ein matter Schimmer zusammenfließen. Durch das Fernrohr, besonders das große Herschel'sche, welches die Gegenstände 6000mal vergrößert zurückgibt, hat der berühmte Herschel selbst in der Milchstraße in einer Viertelstunde 116000 Sterne gezählt. Herschel gibt die Summe der Fixsterne in der Milchstraße über vier Millionen an. Diese Milchstraße mit den übrigen uns sichtbaren Sternen machen erst Ein Weltengebiet aus, und solcher Weltengebiete hat man in den Tiefen des Weltraumes bereits an 4000 entdeckt, die man Nebenflecke nennt. Wie viele solche Weltengebiete mögen nun nicht in jenen grauen Tiefen noch befindlich seyn, wohin kein Sehrohr dringen kann! Wenn man erwägt, daß jene Nebelflecken wieder solche Milchstraßen, wie die unsrigen sind, haben, welche ebenfalls wieder um andere Weltengebiete laufen; wer kann die Zahl der Welten bestimmen? — Gehen sie in das Unendliche? — Hier stehet der menschliche Verstand gleichsam stille, und wir bekommen den erhabensten Begriff von dem unendlichen Wesen, das wir Gott nennen, welches alle diese zahllosen Welten durch einen einzigen Wink erschuf, und durch ein Gesetz leitet.

§. 380. Die Fixsterne werden nach der Verschiedenheit ihrer scheinbaren Größe und ihres Lichtglanzes, welche ihre ungleiche Entfernung verursacht, in acht Klassen getheilt, und man bezeichnet sie nach diesen Klassen mit den Ausdrücken: Sterne von der ersten, zweiten,

dritten, vierten, fünften, sechsten, siebenten und achten Größe.

Ferner theilt man sie in Bezug auf unsere Erde in die nördlichen und südlichen, und beide wurden schon in den frühesten Zeiten in gewisse Sternbilder getheilt, welche man Gestirne nennt. Ein Gestirn kann über hundert Sterne zählen. Man hat Gestirne wieder durch gewisse Namen unterschieden, welche entweder von Dingen hergenommen sind, welche in einiger Hinsicht Aehnlichkeit mit der Gestalt des Sternbildes haben, oder von einem eingebildeten Einflusse auf unsere Erde, oder auch endlich von berühmten Personen, deren Andenken man dadurch besonders ehren wollte. (Man lese hierüber meine kurze Anleitung des gestirnten Himmels, J. 1825.)

Merkwürdig für uns sind die 12 Sternbilder in der Mitte, weil die Erde bei ihrem Umlaufe um die Sonne unter denselben hinweggeht. Sie heißen die 12 himmlischen Zeichen, und man findet sie in den Kalendern, wo auch angedeutet, unter welchem derselben sich die Erde zu jeder Zeit bei ihrem Umlaufe um die Sonne befindet. Ihre Namen sind folgende:

1) der Widder ♈,
2) der Stier ♉,
3) die Zwillinge ♊,
4) der Krebs ♋,
5) der Löwe ♌,
6) die Jungfrau ♍,
7) die Wage ♎,
8) der Skorpion ♏,
9) der Schütze ♐,
10) der Steinbock ♑,
11) der Wassermann ♒,
12) die Fische ♓.

Anmerkung:

Der gestirnte Himmel wird an heitern Abenden meinen Zuhörern, theils mit, theils ohne Tubus, erklärt.

§. 381. Die Fixsterne bewegen sich um ihre Achse; allein, obgleich man keine andere Bewegung oder Lauf mit dem bloßen Auge bemerkt, indem diese erst nach Jahrtausenden sich bestimmen läßt, so finden die Sternkundigen doch, daß die Fixsterne alle 72 Jahre Einen Grad am Himmelsgewölbe zurücklegen, und daß sie daher in 72 mal 360, d. i. in $72 \times 360 = 25700$ Jahren ihren großen Umlauf um den ganzen Himmel vollenden, und wieder an ihren vorigen Ort kommen. Diesen Zeitraum nennt mann das große Platonische Weltjahr.

Von der Sonne.

§. 382. Der merkwürdigste Fixstern für uns ist die Sonne. Es ist derjenige runde, leuchtende und glänzende Körper, welcher unserer Erde (und allen Planeten, Nebenplaneten und Kometen) Licht gibt, die Wärme erreget, wodurch wir Leben und Munterkeit erhalten, die Erde durch die entwickelte Wärme fruchtbar macht, Tag und Nacht schaffet, die Zeit eintheilet, und uns noch andere Wohlthaten mehr erzeiget; ihr Durchmesser (AB Tab. VI.) beträgt mehr als 194000 geographische Meilen. Ihr Umkreis 611000 geographische Meilen. Ihre Oberfläche 118093 Millionen Quadratmeilen. Ihr körperlicher Raum ist 760mal größer, als der Raum aller ihrer Haupt- und Nebenplaneten, und aus der Sonne könnten 1,460,000 unserer Erdkugeln gemacht werden. An der Wahrheit dieser Größe darf man nicht zweifeln; denn die mathematischen Ausmessungen, welche man angestellt hat, um die Größe der Sonne zu bestimmen, sind eben so sicher und zuverläßig, als wenn man selbst eine Reise dahin unternommen, und sie mit der Meßkette in der Hand ausgemessen hätte. Kann man nämlich bei den obern Sternen durch ein Merkmal an der Oberfläche derselben

die Zeit finden, in welcher sich einer um seine Achse dreht, so kann man auch durch Berechnung seine Größe finden.

Um einen bildlichen Begriff von der Größe der Sonne zu geben, so denke man sich die Sonne als eine hohle Kugel. Könnte nun die Erde in sie hineingesetzt werden, so würde sie daselbst nicht mehr Raum einnehmen, als etwa eine Haselnuß in einer Dorfkirche. — Wenn unsere Erde im Mittelpunkte der Sonne sich befände, so würde der Mond, welcher 51000 Meilen von uns entfernt ist, im Umkreise des Sonnenkörpers seine Bahn ganz füglich um die Erde vollenden können, ohne den äußersten Rand der Sonne zu berühren; denn, wenn die Sonne sich an dem Orte unserer Erde befände, so würde ihr Umfang nicht allein bis an den Mond, sondern noch 150000 Meilen über den Mond hinaus reichen.

Indessen, so groß unsere Sonne ist, so klein ist sie wieder in Vergleichung mit andern Fixsternen. Der nächste Fixstern nach der Sonne heißt Sirius, der glänzendste am ganzen Himmel. Dieser ist so groß, daß mehr als Eine Million solcher Sonnen, wie die unsrige ist, aus ihm gemacht werden könnten.

§. 383. Die Sonne dreht sich frei schwebend, wie unsere Erde und alle Weltkörper, in dem unbegränzten Raume des Himmels innerhalb $25\frac{1}{2}$ Tagen um ihre Achse. Dieses weiß man aus folgenden Beobachtungen: Man bemerkt in der Sonne öfters größere und kleinere dunkle Flecken von verschiedener, unregelmäßiger Gestalt, welche in der Mitte dunkler als an dem Rande sind, bald kleiner werden, und endlich wieder verschwinden; — doch sind sie mehrere Monate lang sichtbar. Diese Flecken bewegen sich regelmäßig von Osten nach Westen auf der

Sonnenscheibe, und es dauert 13¼ Tage, bis sie von dem östlichen Rande der Sonne an den westlichen gelangen; und eben so viele Tage vergehen wieder, ehe sie ihren Weg hinter der Sonne zurücklegen können, um wieder an dem östlichen derselben auf das Neue zu erscheinen, und so ihren Lauf fortzusetzen. Uebrigens rückt sie auch, wie jeder Fixstern, in 72 Jahren Einen Grad im Himmelsraume fort.

§. 384. Die Flecken an der Sonne betragen oft 4000 bis 6000, zuweilen sogar 50,000 geographische Meilen im Durchmesser. — Außer diesen dunkeln bemerkt man auch noch helle weißliche Flecken in der Sonnenscheibe, welche wahrscheinlich aus einem zu sehr zusammengehäuften oder zu dicht zusammengedrängten Lichtstoffe bestehen. Diese hellen Flecken nennt man Sonnenfackeln. Ueberhaupt zeigen beide Arten von Flecken an, daß die Sonne kein Feuerklumpen, sondern ein Körper ebenfalls von der Beschaffenheit ist, wie die Planeten, nur daß in der Sonnenatmosphäre sich ungeheuer viel Lichtstoff entwickelt, welcher die Sonne alsdann so umgibt, wie die Luft die Erde.

Die dichtern hellen Stellen sind demnach die Sonnenfackeln, und die dünnern, nicht so hellen, die Sonnenflecken, welche wieder verschwinden, so wie sich der Lichtkreis der Sonne wieder verdichtet.

§. 385. Die Sonne leuchtet und erreget Wärme. Der in ungeheurer Menge im Lichtkreise der Sonne entwickelte Lichtstoff verbindet sich leicht und schnell mit dem Wärmestoffe, welcher nicht von der Sonne zu uns kommt, sondern in der Erde, in der Luft und in andern Körpern dieser Erde vorhanden ist. Die Sonnenstrahlen entwickeln nur den Wärmestoff in den Erdkörpern,

und so wird die Wärme für uns fühlbar. Läge im Lichtstoffe schon der Grund der Wärme, so müßte auch in der heißesten Jahreszeit, wenn die Sonnenstrahlen aufhörten, also in der Nacht, auch Eiskälte entstehen, welches doch der Fall nicht ist.

Neuere Beobachtungen scheinen zu beweisen, daß die leuchtenden Strahlen der Sonne ganz von denjenigen verschieden sind, welche Wärme erregen. Bestätigt sich diese Entdeckung durch wiederholte Versuche wirklich, so muß dieß nothwendig neue Aufschlüsse über die Natur und Beschaffenheit der noch im Dunkeln gehüllten Materie des Lichtes und der Wärme geben.

Von den verschiedenen Weltsystemen.

§. 386. Die Beobachter des Himmels haben sich zu verschiedenen Zeiten auch verschiedene Vorstellungen von der Ordnung und Verbindung der Sonne und ihren Planeten gemacht; diese Vorstellungen heißen Sonnen- oder Weltsysteme. Die älteste Vorstellung ist von Ptolomäus, einem Gelehrten zu Alexandrien in Aegypten, welcher im zweiten Jahrhundert lebte. Nach diesem Systeme steht die Erde in der Mitte der Welt unbeweglich, und um sie bewegen sich die (fünf damals bekannten) Planeten nebst der Sonne und dem Monde.

Es würde hier zu weit führen, wenn ich die Gründe hersetzen wollte, auf welche Ptolomäus seine Meinung von der Unbeweglichkeit der Erde stützte. Unter den Christen mußte dieses System um so mehr Anhänger finden, da es selbst mit den ausdrücklichen Aussprüchen der heiligen Schrift übereinstimmt, wo ausdrücklich (Josua 10, 13.) vom Laufe der Sonne gesprochen wird.

Diese Vorstellung erhielt sich bis in das sechzehnte Jahrhundert. Im Jahre 1543 nach sechsunddreißigjährigem Forschen und Prüfen stellte Nikolaus Copernicus, Domherr zu Frauenburg in Preußen, ein neues System auf, welches dem Ptolomäischen gerade entgegen war, welches später durch den berühmten Johann Kepler noch mehr ausgebildet wurde, so daß dieses System von allen wahren Astronomen als das einzige richtige angenommen, und von der Zeit, wo der unsterbliche Newton die physische Ursache der himmlischen Bewegungen entdeckte, von keinem verständigen Menschen mehr bezweifelt wird.

Dieses neue System heißt daher das Kopernicanische, und besteht in folgenden Punkten:

1) Die Sonne ist der Fixstern unseres Weltsystemes, und hat nur die Bewegung um ihre Achse, welche sie in 25½ Tagen vollendet.
2) Alle Planeten bewegen sich um die Sonne.
3) Die Erde ist ein Planet, und zwar der Reihe nach in Hinsicht der Entfernung von der Sonne, der dritte.
4) der Mond ist kein Hauptplanet, sondern nur ein Nebenplanet oder Trabant der Erde.
5) Alle Fixsterne sind Sonnen, und haben nur die Bewegung um ihre Achse; wahrscheinlich haben sie auch wieder ihre Planeten, und es gibt so viele Sonnensysteme, als es Fixsterne gibt.

Dieses System verdient auch unsern vollen Glauben; denn es wäre eine Behauptung gegen die Vernunft, daß um unsere kleine Erde, welche gegen die ganze Schöpfung nur ein Sandkorn ist, der ganze Himmel mit so unzähligen, millionenmal größern Weltkör-

pern sich täglich in 24 Stunden bewege; auch widerspricht dieses System nicht der heiligen Schrift, weil dort die Verfasser sich nach dem Scheine der Sinne, und nach dem eingeführten Sprachgebrauche ausgedrückt hatten.

Dieses gründliche System, nach welchem sich alle mögliche Erscheinungen am Himmel, und besonders das Verhältniß der Planeten auf die begreiflichste Weise erklären, und die zukünftigen Veränderungen sich genau berechnen ließen, fand jedoch anfangs Widerspruch. Da gab der Ritter Tycho de Brahe (ein fleißiger Bibelleser) das dritte System, ein wahres Stückwerk heraus, wo die Erde sich in der Mitte, der Mond und die Sonne aber sich um die Erde; Merkur, Venus um die Sonne; und Mars, Jupiter, Saturn, und hinter diese alle Fixsterne wieder um die Erde bewegen. Dieses System konnte sich aber nicht lange halten, eben so wenig, als das sogenannte Aegyptische (eine Verbesserung des Ptolomäischen), welches bald darauf ebenfalls zusammengesetzt wurde. Das Kopernicanische behielt, wie billig und vernünftig, die Oberhand, welches durch neuere Entdeckungen von bisher unbekannten Planeten und Trabanten sich ansehnlich vergrößerte, wie aus nachfolgenden zu ersehen ist. — Diese Systeme werden sowohl durch Zeichnungen, als auch durch Maschinen, veranschaulicht.

Von den Planeten.

§. 387. Die Planeten (auch Hauptplaneten genannt) sind dunkle Weltkörper, welche ihr Licht, ihre Wärme und Fruchtbarkeit von der Sonne, als ihren nächsten Fixstern, erhalten, um welche sie sich auch beständig bewegen.

§. 388. Alle Planeten bewegen sich beständig um die Sonne. Indessen gibt es Weltkörper, welche sich nicht unmittelbar um die Sonne, sondern welche sich zunächst um einen andern Planeten, und mit diesem erst um die Sonne bewegen. Diese nennt man Nebenplaneten, Trabanten oder Monde.

§. 389. Zunächst um die Sonne (☉) (Fig. 317) läuft Merkur (☿), darauf die Venus (♀); weil diese beiden näher, als die Erde, gegen die Sonne stehen, so heißen sie die untern Planeten. Dann kömmt die Erde (♁) mit ihrem Trabanten, oder Monde (☽), der in einem kleinern Kreise um sie läuft. Nun folgen die weiter entfernten, oder obern Planeten, Mars (♂), Ceres (⚳), Pallas (⚴), Juno (⚵), Vesta (⚶), Jupiter (♃), Saturn (♄), Uranus (♅). Vor vierzig Jahren kannte man nur fünf von diesen Planeten.

Der berühmte Herschel, ein Deutscher, der aber in England lebte, entdeckte 1781 den Uranus; Piazzi in Palermo in Sicilien 1801 die Ceres; Olbers in Bremen 1802 die Pallas; Harding in Lilienthal 1802 die Juno; Olbers 1807 die Vesta. Die Bahnen dieser vier letztern liegen sehr nahe beisammen zwischen dem Mars und Jupiter. — Daß künftighin vielleicht noch mehrere Planeten entdeckt werden möchten, ist nicht unwahrscheinlich.

§. 390. Die Sonne steht nicht genau im Mittelpunkte der Planeten, sondern in einem Brennpunkte einer Ellipse. Daher rückt ein Planet zuweilen der Sonne näher, zuweilen entfernter. Hieraus kann man sich die Ausdrücke: Erdnähe (Parigäum), Erdferne (Apogäum), Sonnennähe (Perihelium), Sonnen-

ferne (Aphelium) leicht erklären. Mehr hierüber in der Vorlesung.

Die Entfernung der Planeten von der Sonne ist:

Des Merkur . . .	7,979,100	geogr.	Meilen
der Venus . . .	14,910,700	=	=
der Erde	20,612,500	=	=
des Mars . . .	31,413,000	=	=
der Vesta . . .	47,264,000	=	=
der Juno . . .	53,360,000	=	=
der Pallas . . .	55,344,000	=	=
der Ceres . . .	55,345,000	=	=
des Jupiters . .	107,246,000	=	=
des Saturns . .	196,600,000	=	=
des Uranus . .	395,410,000	=	=

§. 391. Der Merkur ist der nächste Planet bei der Sonne, und nur selten sichtbar, weil er sich niemals von dem Glanze der Sonne weit entfernt. Er ist 22mal kleiner, als unsere Erde, und bewegt sich in 87 Tagen 23 Stunden 25 Minuten um die Sonne. — Der Merkur hat ein helles durchdringendes Licht. (In der Tab. VI. ist das Verhältniß der Größe der Erde zu den Planeten und der Sonne zu sehen.) Zur bessern Einsicht unsers Sonnensystems dient auch eine körperliche Anschauung, welche in der Vorlesung vorgezeigt wird.

§. 392. Die Venus, der schöne Morgen- und Abendstern, welchen man einige Zeit vor dem Aufgange, und einige Zeit nach dem Untergange der Sonne erblickt, ist nur ein Zehntel kleiner als die Erde. Die Venus bewegt sich in 224 Tagen um die Sonne, und hat unter allen Planeten das stärkste Licht, von goldgelber Farbe.

Diese beiden untern Planeten können uns eben so, wie der Mond, wenn sie zwischen der Sonne und Erde

durchgehen, und in eine gerade Linie mit diesen beiden Weltkörpern kommen, einen Theil der Sonne bedecken, jedoch wegen ihrer größern Entfernung von der Erde nur einen kleinen Theil. Sie erscheinen uns alsdann wie schwarze Flecken, welche sich über die Sonnenscheibe bewegen. Der letzte Durchgang des Merkurs zwischen der Sonne und der Erde war 1822 den 5. November. Der nächste Durchgang der Venus wird 1874 den 9. November seyn.

Von der Erde.

§. 393. Die erste Vorstellung, welche sich von der Gestalt der Erde die Alten zuerst machten, und jetzt ungebildete Menschen noch machen, ist ganz der sinnlichen Wahrnehmung gemäß, nach welcher die Erde einer flachen, cirkelrunden Scheibe gleicht, auf deren äußerstem Rande das Himmelsgewölbe zu ruhen scheint. Diese Vorstellung vertauschten sie bald mit andern, ebenfalls unrichtigen, und behaupteten z. B., die Erde sey einem Schifferbote, einer Walze, einer Schüssel u. dgl. ähnlich. Alle diese Meinungen konnten sich aber nur in jenen Zeiten erhalten, da die Sternwissenschaft und allgemeine Länderkunde gleichsam noch in ihrer Kindheit war; denn, so bald sich richtige astronomische und geographische Kenntnisse ausbreiteten, mußte sich aus vielen Erscheinungen am Himmel und auf der Erde die wahre Gestalt dieser Letztern ergeben. Hiezu fand sich die erste Gelegenheit, als die Alten anfingen, weite Land- und Seereisen zu unternehmen. Daher gab es mehrere Weltweise in Griechenland, welche von der runden Gestalt der Erde sehr richtige Begriffe hatten; doch glaubten noch Einige, die Weltkugel schwimme auf einem unbegränzten Meere, aus welchem sich die Sonne

des Morgens erhebe, und in welches sie des Abends hinabsinkt.

§. 394. Daß unsere Erde eine Kugelgestalt habe, beweiset:

1) Alle Himmelskörper erscheinen uns als runde Körper, und wir schließen daraus mit Grund, daß auch unsere Erde, als ein Körper derselben Art, ebenfalls rund sey.

2) Kein Körper kann sich, wie die Erfahrung lehrt, gleicher und bequemer um einen andern bewegen, als derjenige, der eine Kugelform hat. Wenn wir nun einmal weiter unten erfahren werden, daß unsere Erde sich um die Sonne bewege, so können wir ebenfalls schließen, daß sie dieselbe Gestalt habe.

3) Die Erde muß rund seyn von Osten nach Westen, weil man weiter gegen Osten hin die Sonne und alle Sterne früher aufgehen sieht, als wenn man gegen Westen wohnt; überall aber müßte man dieß zu gleicher Zeit sehen, wenn die Erde eine platte Ebene wäre.

4) Sie muß rund seyn von Süden nach Norden. Wenn man von Süden nach Norden reiset, scheinen uns die nächtlichen Gestirne um so viel höher am Himmelsgewölbe zu stehen, je tiefer sich die südlichen unserm Auge entziehen, und umgekehrt, wenn man von Norden nach Süden reiset. Dieß kann man aber nicht anders erklären, als dadurch, daß die Erde eine kugelförmige Oberfläche hat, und durch einen in der Richtung zwischen Süd und Nord sich erhebenden Bogen unsere Aussicht beschränkt werde, und daß, je weiter wir auf die-

sem Bogen fortgehen, desto mehr die Sterne vor uns sich erheben, und diejenigen hinter uns sich verlieren.

5) Die Erde muß überall rund seyn, weil wir von entfernten Gegenständen immer eher die Spitzen sehen, als die Gegenstände selbst, z. B. die Spitzen der Berge, Thürme, die Masten der Schiffe.

6) Die Erde muß rund seyn, weil der Schatten, welchen sie bei Mondsfinsternissen auf den Mond wirft, eine Zirkelfläche vorstellt, welche nur ein kugelförmiger Körper verursachen kann.

7) Die Erde muß rund seyn; denn sie wurde seit dreihundert Jahren mehrmalen umschifft, und alle Erdumsegler haben nie eine Gränze gefunden, sondern sind immer an den Ort ihrer Abfahrt wieder zurückgekommen, wenn sie nach einer Himmelsgegend fortgesegelt waren. Dieß alles ist aber nur bei einer Kugel möglich.

Die Reisen gingen gewöhnlich nach Westen, durch das atlantische Meer, um die Südspitze von Amerika, durch den stillen Ocean nach der östlichen Küste vom nördlichen Asien, dann um diesen Erdtheil und um Afrika herum nach Europa zurück.

Ferdinand Magellan, ein Portugiese, machte eine solche Reise vom 10. August 1519 bis 7. September 1522. Die beiden in unsern Zeiten sehr bekannt gewordenen Umschiffungen der Erde unternahm Cook in den Jahren 1768 — 1775. Seine dritte Reise, bei welcher er am 14. Februar 1779 starb, war nur eine Entdeckungsreise im stillen Meere.

Der russische Seekapitain, von Krusenstern, umsegelte die Erde vom Jahre 1803 — 1806, ihm

folgte von Kotzebue nach u. s. w. Freilich konnte man wegen großer Kälte und vielem Eise nie die Pole umschiffen; doch hat man, wie schon gesagt wurde, Beweise, daß auch hier die Erde rund sey.

8) Wenn man berechtigt ist, anzunehmen, daß die Erde bei ihrer Entstehung aus einer flüssigen oder weichen Masse entstanden sey, so mußte diese gleich anfangs eine runde Gestalt annehmen; denn, da die Schwerkraft in einer Kugel nach der Richtung der Radien und nach allen Seiten gleichförmig wirkt, so konnten die irdischen Theile nicht eher einander ins Gleichgewicht oder zur Ruhe kommen, als bis sie nach allen Seiten des Mittelpunktes gleichweit von demselben sich gesetzt hatten, woraus die Kugelgestalt entstand.

§. 395. Die Erde läßt sich als eine geometrische Kugel betrachten, bei der man gewisse Linien und Punkte annimmt, um eine jede Stellung auf ihr bestimmen zu können. Figur 318 stellt diese Linien und Punkte dar. Die Linie AB, welche durch den Mittelpunkt geht, ist die Achse, um welche sie sich dreht, und die beiden Erdpunkte A und B der Achse sind die Pole; den einen nennt man den Nord-, den andern den Südpol. Die Kreislinie CD, welche die Erde in zwei gleiche Theile zwischen den Polen theilt, heißt der Aequator, auch überhaupt die Linie; die Erdhälfte, die nördlich von dem Aequator liegt, heißt die nördliche, die südlich gelegene, die südliche Hemisphäre oder Halbkugel. Den kleinen Kreis EF, welcher um den Nordpol sich zieht, nennt man den arctischen oder nördlichen Polarkreis; den Kreis GH am Südpole den antarctischen oder südlichen Polarkreis. Zwischen den Polarkreisen und dem Aequator sind noch zwei andere Kreise;

sie heißen die Tropen oder Wendekreise, und zwar der nördliche IK der Wendekreis des Krebses; der südliche LM der Wendekreis des Steinbockes. Die Kreislinie LK, welche die Erde ebenfalls in zwei gleiche Theile theilt, den Aequator in 23½ durchschneidet, und sich nördlich bis zum Wendekreise des Krebses und südlich bis zu dem des Steinbockes erstreckt, heißt die Ekliptik, Sonnenbahn, worauf die zwölf Zeichen des Thierkreises aufgetragen werden. Diejenigen Kreislinien, die durch die beiden Pole der Erdachse gehen, heißen Mittagslinien, Meridiane, deren sehr viele gezogen werden können. Die beiden Wendekreise und die beiden Polarkreise nennt man auch Parallelkreise, weil sie mit dem Aequator parallel laufen; die beiden Polarkreise stehen von ihrem Pole, als auch die beiden Wendekreise vom Aequator 23½ Grade ab.

Die Entfernung eines Ortes vom Aequator gibt die geographische Breite, und die Entfernung eines Ortes von demjenigen Meridiane, welchen man als den ersten annimmt, gibt die geographische Länge. Gewöhnlich wird der über die Insel Ferro gezogene als der erste angenommen. Hierüber gibt die Erdbeschreibung weitere Aufschlüsse.

Derjenige Kreis, welchen der Himmel an jedem freien Orte um uns herum bildet, und in dessen Mittelpunkte wir uns befinden, heißt der Horizont oder Gesichtskreis. Er schneidet gleichsam den sichtbaren Theil des Himmels von dem unsichtbaren ab, und wird von den äußersten Punkten der Erde, welche unsere Augen erreichen können, begränzet. Je höher der Standpunkt des Beobachters, und je freier die Aussicht ist, desto größer ist er.

Die Ebene des Horizontes ist die eingebildete Fläche, welche auf der Stelle, wo der Beobachter steht,

die Erde berühret. Diese heißt der natürliche oder scheinbare Horizont; da hingegen diejenige Fläche, welche man sich durch den Mittelpunkt der Erde denkt, der wahre oder mathematische Horizont genannt wird.

Derjenige Punkt, welcher senkrecht über dem Mittelpunkte am Himmel sich befindet, heißt der Scheitelpunkt oder Zenith; und derjenige, welcher diesem gerade entgegen liegt, hat den Namen Fußpunkt oder Nadir. Jeder dieser Punkte ist von dem Horizonte 90 Grad entfernt.

Die senkrechten Kreisbogen vom Zenithe bis zum Horizonte, heißen Vertical- oder Scheitelkreise, und sind Bogen, von welchen jeder den vierten Theil eines ganzen Kreises, also 90 Grade, beträgt.

Der Horizont wird nebst der gewöhnlichen Eintheilung in 360 Grade (jeder Zirkel wird in 360 Grade eingetheilt), noch in die Welt- und Himmelsgegenden eingetheilt.

Diejenige Gegend des Himmels, wo sich die Sonne des Morgens über den Horizont erhebt, nennt man Morgen. Die entgegengesetzte aber, wo sich die Sonne allmählich dem Horizonte nähert, heißt Abend.

Die Gegend, wo die Sonne in der Mittagszeit ihren höchsten Stand erreicht hat, heißt Mittag, diejenige aber, welche Mittag gerade entgegen liegt, wird Mitternacht genannt. Diese vier Gegenden werden also nicht allein durch die Richtung der Magnetnadel, sondern nach dem Stande der Sonne bestimmt, und heißen:

Morgen, oder Osten;
Abend, oder Westen;

Mittag, oder Süden;
Mitternacht, oder Norden.

Zwischen diesen vier Hauptgegenden liegen die Nebengegenden, als Nord-West, Süd-West u. s. w., welche alle auf dem Horizonte des Globus verzeichnet sind.

Die beiden Wendekreise, und die beiden Polarkreise theilen die Oberfläche der Erde in fünf Theile ein, welche man Zonen oder Erdgürtel nennt.

Derjenige Erdgürtel, welcher von den beiden Wendekreisen eingeschlossen, und von dem Aequator in der Mitte durchschnitten ist, heißt die heiße Zone, weil hier die Hitze am stärksten sich äußert. An allen Orten, welche in dieser Zone liegen, geht die Sonne jährlich zweimal durch das Zenith.

Die beiden gemäßigten Zonen sind von den beiden Wendekreisen und Polarkreisen eingeschlossen: nämlich die nördliche gemäßigte Zone von dem Krebswendekreise und dem nördlichen Polarkreise, und die südliche gemäßigte Zone von dem Steinbockswendekreise, und dem südlichen Polarkreise. Die Länder, welche in diesen Zonen liegen, haben die Sonne nie im Zenithe, sondern sehen dieselbe immer Mittags in derselben Gegend, und zwar in der nördlichen gemäßigten Zone immer gegen Süden; in der südlichen gemäßigten Zone immer gegen Norden.

Nur in der Mitte dieser Zonen ist die Wärme eigentlich gemäßigt, denn in der Nähe der heißen Zone ist die Hitze, und gegen die Polarkreise ist die Kälte schon bedeutend.

Die beiden kalten Zonen sind von den Polarkreisen allein eingeschlossen, und zwar die nördliche kalte Zone von dem nördlichen Polarkreise, die süd-

liche kalte Zone von dem südlichen Polarkreise. Die Kälte ist hier am stärksten, weil die Sonnenstrahlen wegen des sehr niedrigen Standes der Sonne sehr schräge auffallen.

Die Bewohner in den verschiedenen Zonen in Rücksicht auf die Schatten, die sie zu Mittag werfen, werden in der heißen Zone unschattigte und zweischattigte, in der gemäßigten einschattigte, und in der kalten unschattigte genannt.

Diejenigen Erdbewohner, die unter entgegengesetzten Breiten auf entgegengesetzten Seiten desselben Meridianes wohnen, nennt man Gegenfüßler; sie haben Jahres- und Tageszeiten entgegensetzt. Diejenigen, welche auf derselben Seite eines Meridianes unter entgegengesetzten Breiten wohnen, heißen Gegenwohner; sie haben gleiche Tages- aber entgegengesetzte Jahreszeiten. Solche, die unter einerlei Breite auf entgegengesetzten Seiten desselben Meridianes leben, heißen Nebenwohner; sie haben gleiche Jahres- aber entgegengesetzte Tageszeiten.

Von den drei verschiedenen Lagen des Himmels und der Erde gegen den Horizont, nämlich:

1) Der senkrechten Stellung,
2) der schiefen Stellung, und
3) der parallelen Stellung der Weltkugel

wird ausführlich in der Vorlesung gesprochen.

Der Ring von Messing, welcher an beide Pole eines Globus befestiget ist, und worin er sich um seine eigene Achse drehet, heißt auch Meridian, und ist in so fern wichtig, weil man manche geographische Aufgaben (wie sie auch in der Vorlesung gemacht werden) schnell damit machen kann; auch befindet sich noch bei einem jeden Globus ein kleiner, breiter, mit Ziffern

beschriebener Kreis, über welchem ein beweglicher Zeiger angebracht ist, an dem Nordpol. Dieser heißt der Stundenkreis, und ist in zweimal zwölf Stunden getheilt, sein Gebrauch wird ebenfalls in der Vorlesung erklärt.

§. 396. Die Erde ist aber doch keine vollkommene Kugel. Schon die hohen Gebirge und tiefen Thäler beweisen dieß; indessen verschwinden auch diese gegen die Größe der Erde. Viel wichtiger ist es zu wissen, daß die Erde eine an den Polen abgeplattete oder zusammengedrückte Kugel sey, die man Sphäroid, auch wohl Ellipsoid nennt. Die Beweise hierüber sind folgende:

1) Die Erde bewegt sich, wie weiter unten erläutert werden wird, täglich um ihre Achse. Dadurch erhalten die Theile derselben unter dem Aequator ein weit größeres Streben, von ihr weg zu fliehen, als die an den Polen, indem sich jene, wie diese, in gleicher Zeit umschwingen, und die Parallelkreise vom Aequator bis zu den Polen hin sich immer verkleinern. Durch diese unter dem Aequator größere Centrifugalkraft mußten sich die anfangs weichen Theile der Erde, so wie die Meere, dort erheben, und vom Mittelpunkte weiter entfernen, während die an den Polen nachgaben und näher aneinander rückten.

2) Sorgfältige Versuche mit den Pendeln (wie schon §. 70 in der Anmerkung ausführlich erklärt wurde) beweisen auch die abgeplattete Figur der Erde.

3) Schon früh kamen die größten Gelehrten überein, daß die Grade eines größten, durch die Pole gezogenen Kreises der Erde ungleich seyn müßten, wenn die Erde keine vollkommene Kugel wäre, und daß also ein Grad nahe am Pole, als der

Bogen eines mit einem größern Radius beschriebenen Zirkels, größer seyn müsse, als ein Grad beim Aequator. Es wurden daher in verschiedenen Erdtheilen und Ländern Gradmessungen vorgenommen, dergleichen wurden in Lappland und Peru, also nahe am Pole und an dem Aequator, angestellt. Man fand ihn am Pole größer, mithin muß die Krümmung der Erde dort flächer seyn.

Wie diese Messungen möglich sind, läßt sich hier nicht befriedigend zeigen. Man bemerke nur, daß, wenn man von Süden gegen Norden in einem und eben demselben Meridiane so weit fortschreitet, daß der Polarstern um einen Grad höher erscheint, man um einen Grad auf der Erde fortgegangen ist. Wenn man nun diese Weite messen kann, so hat man die Größe eines Grades in Meilen, oder dergleichen gefunden.

Aus den mittelst dergleichen Messungen ungleich befundenen Graden desselben Meridianes unter verschiedenen Breiten hat man den mittlern Meridiangrad zu berechnen gesucht, und ihn = 57008 Toisen gefunden. Man theilt ihn in 15 gleiche Theile, die man geographische Meilen nennt, und die von den deutschen Meilen nur wenig verschieden sind. Die Abplattung nimmt man an = $\frac{1}{334}$, d. h. der Durchmesser des Erdäquators verhält sich zur Erdachse, wie 335 : 334; jener ist also etwa um fünf Meilen länger als dieser.

§. 397. Wenn man die Größe eines Grades weiß, so kann man die Größe des Umfanges der Erde, ferner ihren Halbmesser und Durchmesser, auch ihren Flächen- und Körperinhalt berechnen.

Da der Aequator in 360 Grade eingetheilt ist, so macht folglich der ganze Umfang der Erde 360 × 15

= 5400 solcher Meilen, und daraus findet man durch folgende Proportion den Durchmesser der Erde:

$$314 : \underbrace{100 = 5400} : x$$

$$x = \frac{5400 \times 100}{314} = 1719\tfrac{134}{157} \text{ deutsche Meilen,}$$

wofür man 1720 deutsche Meilen setzen kann. Der Radius der Erde hält 860 deutsche Meilen. Mehr hierüber in der Vorlesung.

Uebrigens ist es keineswegs leicht, die Erdgestalt zu bestimmen; auch ist sie, strenge genommen, nicht bekannt; sie ist wahrscheinlich ganz unregelmäßig. Die Grade auf der südlichen Halbkugel der Erde weichen von den ihnen entsprechenden auf der nördlichen Halbkugel so sehr ab, daß die Gestalt der erstern mit der Gestalt der letztern nicht ganz ähnlich zu seyn scheint.

Da die Abplattung der Erde im Verhältnisse zum Ganzen so wenig beträgt, so wird sie bei der künstlichen Erdkugel nicht berücksichtiget.

Anmerkung:

Die scheinbare Umdrehung des Himmels macht, daß auch am Himmel zwei Punkte vorhanden sind, um welche er sich zu drehen scheint. Man nennt sie die Pole des Himmels oder die Weltpole. Eben so nimmt man auch eine Weltachse, welche die verlängerte Erdachse ist, und einen Aequator des Himmels an, durch den der Himmel in zwei gleiche Halbkugeln, die nördliche und südliche, getheilt wird. Diejenigen Linien und Punkte also, die bei der Erdkugel angeführt wurden, gelten auch hier. — Wird durch die Ringkugel (Sphera armillaris) (Fig. 319) veranschaulicht.

§. 398. Alle Himmelskörper scheinen sich von Osten nach Westen zu bewegen. Sie laufen dabei in Kreisen fort, welche unter sich parallel liegen, und stehen nach vierundzwanzig Stunden, ihr Weg mag groß oder klein seyn, wieder an dem nämlichen Orte. Diese Kreise werden gegen die Himmelspole hin immer kleiner, und fallen endlich mit diesen Punkten zusammen, um welche sich also der ganze Himmel zu wälzen scheint. Dieser tägliche Umlauf kann aber aus zwei Ursachen entstehen; denn entweder dreht sich der uns als eine Kugel erscheinende Himmel wirklich in vierundzwanzig Stunden einmal um die Erde in der Richtung von Osten nach Westen, oder er bleibt unbeweglich, und nur die Erdkugel wälzt sich täglich von Westen gegen Osten um ihre Achse. Wir kämen dann bei dieser Umwälzung allen ostwärts stehenden Sternen gleichsam entgegen, und entfernen uns von den westlich stehenden. Daß aber dieß letztere wirklich der Fall ist, kann durch folgende Vernunftschlüße und Erfahrungen bewiesen werden:

1) Viele Beobachtungen überzeugen uns, daß solche Himmelskörper, welche mit der Erde ähnliche Beschaffenheit haben, und, wie dieselbe, dunkle und von der Sonne erleuchtete Kugeln sind, immer sich um ihre Achse wälzen. Diese Erfahrung berechtigt uns, dasselbe auch von unserer Erde anzunehmen.

2) Es ist weit wahrscheinlicher, daß sich die Erde täglich um ihre Achse wälze, als daß die bei $1\frac{1}{2}$ Millionenmal größere Sonne und der ganze Himmel in derselben Zeit um die Erde laufe.

3) Die Abplattung der Erde ist eine nothwendige Folge ihrer Achsendrehung. Da nun die abgeplattete Gestalt der Erde durch geometrische Messungen außer allen Zweifel gesetzt worden ist, so

kann man hievon auf den Umschwung um ihre Achse schließen.

4) Nur wenn wir die Umdrehung der Erde als gewiß annehmen, können wir uns die Erscheinungen erklären, daß die Schwere auf dem Aequator am geringsten ist, und nach den Polen hin immer beträchtlicher wird, was durch Versuche mit Pendeln versinnlicht werden kann.

5) Noch ein anderer Beweis ist die Abweichung der von einer großen Höhe herabfallenden Körper. Man denke sich, um diese Erscheinung zu begreifen, einen Körper in einer großen Entfernung von der Oberfläche der Erde, z. B. an der Spitze eines sehr hohen Thurmes.

Wenn die Erde unbeweglich ist, wird er, genau nach der Richtung einer senkrechten Linie, am Fuße des Thurmes niederfallen; dreht sich aber die Erde um ihre Achse, so wird der an dieser Bewegung Theil nehmende Körper, wegen seiner größern Entfernung von der Erdachse, einen schnellern Schwung haben, als der unterste Theil des Thurmes, und, weil er mit einer aus dieser Schnelligkeit und der Schwere zusammengesetzten Bewegung fällt, von der senkrechten Linie sich etwas nach Osten hin entfernen müssen. Diese Abweichung fallender Körper ist denn auch durch höchst sorgfältige Versuche (schon der große englische Naturforscher Newton behauptete im Jahre 1679, daß alle von hohen Thürmen niederfallende Körper, wegen der Achsendrehung unserer Erde, etwas östlich von dem Fuße der Thürme wieder gefunden werden müßten, weil die Schwungbewegung in der Spitze des Thurmes stärker wäre, als am Fuße desselben), die zu Hamburg am Michaelisthurme im Jahre 1804 angestellt worden sind, vollkommen bestätigt, und dadurch die Umdrehung der Erde, als eine physisch bewiesene Wahrheit, außer allen Zweifel gesetzt worden.

§. 399. Bei so vielen überzeugenden Beweisen für die Bewegung der Erde um ihre Achse können die dagegen gemachten Einwürfe kein Gewicht haben. Wir empfinden diese Umwälzung nicht, weil sie ganz sanft, gleichförmig und ununterbrochen geschieht; indem sich die Atmosphäre und alle unsere Umgebungen mit uns bewegen, haben wir kein Merkmal, die Bewegung zu entdecken. Eben so wenig haben wir ein solches, um zu bemessen, ob wir auf der Erdkugel oben oder unten seyen, was ohnehin bei einer Kugel immer Eins und dasselbe ist. Die Körper verlieren zwar durch die Umwälzung der Erde etwas von ihrer Schwere, und besitzen auch eine Centrifugalkraft; allein diese ist ungleich geringer, als die Schwerkraft, und es kann daher kein Körper von der Erde, in was immer für eine Lage derselben, wegfallen. Senkrecht in die Höhe geworfene Körper müssen an dieselbe Stelle wieder zurückfallen, da sie, vermöge eines gleich im Anfange ihrer Bewegung erhaltenen Eindruckes, zugleich der Bewegung der Erde folgen. Uebrigens geben die Ausdrücke der heil. Schrift hier keine Entscheidung, weil sich die Verfasser darin in dieser Hinsicht nach dem Sprachgebrauche (wie schon gesagt wurde) ausgedrückt haben, um verstanden zu werden.

§. 400. Die Erde hat außer ihrer täglichen Bewegung noch eine andere, vermöge welcher sie sich während einem Zeitraume, den man ein Jahr nennet, um die Sonne bewegt. Die Annahme eines solchen jährlichen Umlaufes kann man wieder durch Beweise rechtfertigen.

Auf eine andere Weise nämlich, als eine jährliche Bewegung der Erde um die Sonne, kann man einen großen Theil der Himmelsbegebenheiten erklären. So folgen die Sonne, der Mond und die Planeten nicht gänzlich dem scheinbaren Umschwunge der Him-

melskugel, sondern ändern mit ungleicher Geschwindigkeit und zuweilen nach verschiedenen Richtungen, und in sonderbaren krummen Linien ihren Ort gegen die übrigen Sterne, und zeigen sich auch nach vierundzwanzig Stunden nicht wieder an dem nämlichen Orte. Da nun die bloße Achsendrehung der Erde dieß nicht zugleich mit bewirken kann, so müssen diese Himmelskörper für sich eine eigene Bewegung haben, oder es muß gleichfalls eine wirkliche Bewegung der Erdkugel die Ortsveränderung derselben am Firmamente entweder gänzlich veranlassen, oder anders zeigen, als sie wirklich statt findet. Da man nun bloß bei der Sonne und dem Monde eine regelmäßige Ortsveränderung nach vierundzwanzig Stunden bemerket, so ist dieß eine deutliche Anzeige, daß die zu vermuthende Bewegung der Erde auf die beiden Himmelskörper einen nähern Bezug habe.

Auch die Bewegung der Sonne in der Sonnenbahn (Ekliptik), läßt sich am ungezwungensten als die Folge einer eigenen Fortrückung der Erde erklären. Es ist auch, wie schon oben erwähnt worden ist, weit vernünftiger, die Erde um die Sonne sich bewegen zu lassen, da auch zudem alle Bewegungen uns lehren, daß immer die kleinern Himmelskörper um die größern laufen.

§. 401. Vermöge der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne ist die Ekliptik nur die bis an die scheinbare Himmelskugel verlängerte Erdbahn. Der Aequator des Himmels ist gegen die Ekliptik unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad, also die Weltachse unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}$ Grad gegen diese geneigt; auch bleiben die Aequinoktialpunkte das ganze Jahr hindurch fast an denselben Stellen des Thierkreises. Hieraus folgt, daß die Achse der Erde ebenfalls unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}$ Gr. gegen die Fläche

ihrer Bahn geneigt ist, und während des ganzen Umlaufes der Erde um die Sonne sich stets parallel bleibt.

Rückt die Erde nach dem Zeichen ♒, ♊ (♌) ꝛc. (Fig 320), so nähert sich der Aequator der Sonne, die Gränze der Erleuchtung rückt allmählig nach den Polen hin, die Tage nehmen auf der nördlichen Hälfte der Erde ab, auf der südlichen zu. Ist die Erde in ♈ angekommen, wo dann die Sonne in ♎ steht, so geht die verlängerte Ebene des Aequators durch die Sonne, die Strahlen derselben fallen also senkrecht auf den Aequator, die Erleuchtung reicht gerade bis an die Pole; Tag und Nacht sind allenthalben auf der Erde gleich lang, und es fängt der Herbst für die nördlichen, der Frühling dagegen für die südlichen Gegenden an.

Kömmt die Erde in ♋, so sieht man die Sonne im ♑, und dann ist der Südpol der Sonne zugekehrt, der Norpol von ihr abgewendet. Die Länder zwischen dem südlichen Polarzirkel haben beständig Tag, und die zwischen dem nördlichen beständig Nacht. Die Sonnenstrahlen fallen senkrecht auf den Wendekreis des Steinbocks; die Sonne scheint, wegen der Umdrehung der Erde um ihre Achse, diesen Kreis zu beschreiben, und es geht daher in den südlichen Ländern der Sommer, und in den nördlichen aber der Winter an.

Gehet die Erde nach ♌ u. s. w., so kömmt auch der Aequator der Sonne wieder näher, die Gränze der Erleuchtung rückt wieder nach den Polen zu; die Tage nehmen auf der südlichen Hälfte der Erde ab, auf der nördlichen zu. Ist sie in ♎ angelangt, so hat ihre Achse dieselbe Richtung gegen die Sonne, wie im ♈; die Erscheinungen sind also wieder dieselben; nur fängt zu dieser Zeit für die nördlichen Gegenden der Frühling, für die südlichen der Herbst an.

Aus dieser einfachen Erklärung läßt sich nun die wohlthätige Abwechslung der Jahreszeiten, und die Verschiedenheit der Tag- und Nachtlängen auf dem Erdboden sehr leicht erklären, womit auch die Versuche mittelst einer eigenen Maschine, die in der Vorlesung gemacht werden, auf das Genaueste übereinstimmen.

§. 402. Da die Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne nicht immer gleich weit von der Sonne entfernt ist, so kann die Bahn der Erde kein vollkommener Zirkel seyn, in dessen Mittelpunkte die Sonne stände. Sie beschreibt vielmehr eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht.

Nach einer runden Zahl beträgt die Bahn der Erde um die Sonne 125,600,000 Meilen. Sie legt dieselbe in 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten und 48 Sekunden zurück, und diese Zeit ist unser Jahr. Im gemeinen Leben wird es zu 365 Tagen gerechnet. Alle vier Jahre machen aber die übrigen 5 Stunden, 48 Minuten und 48 Sekunden beinahe einen Tag aus (23 St., 15 M. u. 12 S.), und deßhalb wird alle vier Jahre zwischen dem 23. und 24. Februar ein Tag eingeschaltet, und dieser wird der Schalttag, das ganze Jahr ein Schaltjahr genannt *).

Da es aber nicht ganz einen Tag ausmacht, sondern 44 Minuten 48 Sekunden weniger, so beträgt dieß auf 100 Jahre (also in 25 Schaltjahren) 18 Stunden 40 Minuten weniger, und deßwegen wird beim

---

*) Wenn ein Schaltjahr ist, läßt sich leicht aus der Jahrzahl sehen, indem man mit 4 hineindividirt. Geht die 4 darin auf, so ist es ein Schaltjahr; bleibt aber etwas übrig, so ist es ein gewöhnliches Jahr, und die übriggebliebene Zahl zeigt zugleich an, das wievielste Jahr nach einem Schaltjahre es ist.

Schluße jedes Jahrhunderts ein Schalttag weggelassen, und das letzte Jahr eines Jahrhunderts, welches jedes Mal ein Schaltjahr wäre, zu einem gemeinen Jahre gemacht. Allein, ein ganzer Tag ist nun wieder um 5 Stunden 20 Minuten zu viel, und dieß macht in vier Jahrhunderten wieder 21 Stunden 20 Minuten, also beinahe einen Tag, weßwegen nun jedes Mal das vierte Jahrhundert auch das letzte Jahr desselben ein Schaltjahr bleibt, um das, was in den drei vorhergehenden zu wenig genommen war, hier wieder beizubringen. Nun beträgt die Differenz alle 400 Jahre nur 2 Stunden 40 Min., welches erst in 9.400, also in 3600 Jahren einen Tag ausmacht.

Dieses ist die Berechnung des Jahres, welches Papst Gregor XIII. vornehmen ließ, und seit dem Jahre 1582 in der katholischen Kirche geltend machte. Von 1700 an ist sie auch in der protestantischen Kirche angenommen. Die Bestimmung des Jahres, welches Julius Cäsar durch den Alexandrinischen Astronom Sosisthenes hatte vornehmen lassen, hatte 1582 eine Unrichtigkeit von 10 Tagen herbeigeführt, weil nach derselben jedes vierte Jahr ein Schaltjahr war, und das Jahr also zu 365 Tagen 6 Stunden angenommen wurde. Wie hieraus in so vielen Jahrhunderten die Unrichtigkeit dieser Bestimmung immer sichtbarer werden mußte, ist aus dem oben Gesagten deutlich. In der griechischen Kirche gilt noch der Julianische Kalender, und der Unterschied beträgt jetzt 12 Tage, die sie in ihrer Berechnung zu spät kommen, so daß, wenn wir den 13. Januar hatten, bei ihnen erst Neujahr ist.

Bedenkt man nun, daß in der Zeit von 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten und 48 Sekunden die Erde einen Weg von 125,600,000 Meilen zurücklegt, so muß man erstaunen über ihre Geschwindigkeit im Weltraume, da sie in einer Sekunde an vier Meilen

durchläuft. Sie geht also 88mal schneller, als sich der Schall fortpflanzt, der in einer Sek. 1040 Fuß weit geht.

§. 403. Der Mars hat ein feuerrothes Licht, und kann wegen seines sehr verschiedenen Abstandes von der Erde zu einer Zeit größer erscheinen, als zu einer andern. Er hat 1006 Meilen im Durchmesser, und ist also 5mal kleiner, als die Erde. Das Licht von der Sonne erhält er in 12 Minuten und 22 Sekunden. Seine Bahn hat 200 Millionen Meilen im Umfange, und er durchläuft dieselbe in 1 Jahr, 322 Tagen. Um seine Achse dreht er sich in 24 Stunden und 39 Minuten.

§. 404. Die Vesta hat im Durchmesser nur 70 Meilen, und ist um 14,800mal kleiner als unsere Erde. Um die Sonne bewegt sie sich in 3 Jahren, 231 Tagen.

§. 405. Die Juno hat 309 Meilen im Durchmesser, und ist also auch noch kleiner, als unser Mond. Ihren Lauf um die Sonne beendiget sie in 4 Jahren, 131 Tagen und $10\frac{1}{2}$ Stunde.

§. 406. Die Pallas hat 309 Meilen im Durchmesser, und ist also 172mal kleiner, als die Erde. Sie geht in 4 Jahren, 221 Tagen um die Sonne.

§. 407. Die Ceres hat 352 Meilen im Durchmesser, erhält das Sonnenlicht in 22 Minuten, 44 Sekunden, und macht die Bewegung um die Sonne in $4\frac{1}{2}$ Jahren, und ist 116mal kleiner, als unsere Erde. Man kann diesen Planeten mit bloßen Augen sehen, und hält ihn für einen Stern sechster Größe.

§. 408. Der Jupiter ist der größte unter allen Planeten, und hat ein prächtiges, helles Licht. Sein Durchmesser ist 19,566 Meilen, und ist also

1474mal größer, als die Erde, und doch dreht er sich in 9 Stunden, 55 Minuten, 17 Sekunden um seine Achse, und das Sonnenlicht kommt in 42 Minuten, 13 Sekunden an. Er macht eine Bahn von 682 Millionen Meilen um die Sonne in 11 Jahren, 315 Tagen. Er hat 4 Monde.

§. 409. Der Saturn erscheint als ein Stern erster Größe am Himmel, und hat ein mattes, blaßröthliches Licht. Sein Durchmesser hält 17,362 Meilen, und seine Größe übertrifft also jene der Erde 1037mal. Er schwingt sich schnell um seine Achse, und zwar in 10 Stunden, 16 Minuten. Seine Bahn um die Sonne beträgt 1280 Millionen Meilen, und er vollendet sie in 29 Jahren, 166 Tagen.

Der Saturn bietet noch eine höchst merkwürdige, und in seiner Art einzige Erscheinung am Himmel dar. Er ist nämlich, wie alle Beobachtungen zeigen, von einem ziemlich breiten, aber wenig dicken (nach sicheren Beobachtungen aus zwei concentrischen Streifen bestehenden) Ringe umgeben, der überall gleichweit von seiner Oberfläche absteht, unter einem Winkel von 30° gegen die Bahn des Saturn geneigt ist, und während der ganzen Umlaufszeit des Planeten eine beständige parallele Richtung gegen eine und dieselbe Gegend des Himmels behält. Die beiden letztern Umstände machen, daß wir den Ring nie ganz kreisrund, sondern nur unter einer bald mehr bald weniger elliptischen Gestalt erblicken, die bisweilen so gar in eine gerade Linie übergeht, wo dann der Ring zuletzt ganz unsichtbar wird, und Saturn rund und frei erscheint. Mit bewaffneten Augen sieht man öfters den Schatten, den der Ring auf den Saturn wirft, woraus folgt, daß der Ring ein undurchsichtiger und fester Körper ist, der, so wie Saturn, von der Sonne erleuchtet wird.

Nach den neuesten Beobachtungen des Astronomen Schröter ist der äußere Durchmesser des äußern Ringes 40,565 Meilen, seine Breite, oder die eigentliche Dicke des Schlußgewölbes 1379 Meilen, der ätherische Zwischenraum zwischen ihm und dem innern Ringe 568 Meilen, des innern Ringes Durchmesser 36,671 Meilen, seine Breite 3935 Meilen, und sein Abstand von der Kugel 5720 Meilen. Die mittlere Dicke der Schneide des Ringes hingegen, nach der Breite des Schattens auf der Kugel berechnet, beträgt nur 11,322 Meilen, so daß diese ungeheuern Gewölbe beim äußern Ringe 12mal, beim innern 35mal mehr Höhe als Dicke haben.

§. 410. Der Uranus ist der äußerste der obern Planeten. Obgleich sein Durchmesser 7700 Meilen beträgt, so erscheint er doch am Himmel nur als ein Stern der sechsten Größe. Seine Bahn um die Sonne hat 2514 Millionen Meilen im Umfange, und er leget sie in 84 Jahren, 7 Tagen zurück. Die Lichtstrahlen der Sonne kommen in 2 Stunden, 35 Minuten, 42 Sekunden zu ihm. Er ist 90mal größer, als die Erde, und von seinen Monden sind jetzt 6 entdeckt.

§. 411. Mittlere Entfernung der Planeten von den Sonnen in runden Zahlen:

Merkur	steht ab	8	Millionen Meilen
Venus	" "	15	" "
Erde	" "	21	" "
Mars	" "	32	" "
Vesta	" "	49	" "
Juno	" "	55	" "
Pallas	" "	58	" "
Ceres	" "	58	" "
Jupiter	" "	108	" "
Saturn	" "	199	" "
Uranus	" "	400	" "

Wenn daher eine Kanonenkugel, welche in der ersten Sekunde 600 Fuß durchläuft, mit dieser Geschwindigkeit fortfliegen könnte, so würde sie, wenn sie ihren Lauf von der Sonne aus anträte, auf dem Merkur erst nach 9 Jahren, auf der Venus nach 17 Jahren, auf der Erde nach 25 Jahren, auf dem Mars nach 40 Jahren, auf dem Jupiter nach 140 Jahren, auf dem Saturn nach 250 Jahren, und auf dem Uranus nach 500 Jahren erst ankommen.

§. 412. Wenn die obern Planeten in ihrem Laufe um die Sonne eine solche Stellung erhalten, daß die Sonne zwischen ihnen und der Erde steht, so heißt dieses die Zusammenkunft mit der Sonne (☌), und sie sind alsdann am weitesten von der Erde entfernt. Stehen sie aber so, daß die Erde sich zwischen ihnen und der Sonne befindet, so nennt man dieses den Gegenschein (☍), und in diesem Verhältnisse stehen sie der Erde am nächsten.

Diese verschiedenen Stellungen der Planeten führen überhaupt den Namen Aspekten, welchen man aus Vorurtheil nachtheilige Einflüsse zuschrieb, die jetzt ziemlich verschwunden sind. Mehr hierüber in der Vorlesung.

§. 413. Auffallend ist es von jeher den Himmelsforschern gewesen, daß die obern Planeten, wenn sie der Sonne gegenüberstehen, ihren Lauf rückwärts zu nehmen, hierauf still zu stehen, und erst, wenn sie sich der Zusammenkunft (Conjunction) nähern, ihn recht läufig wieder fortzusetzen scheinen; daher sind sie auch ehemals, wegen ihres Wandelns, Planeten, d. i. Irrsterne genannt worden, weil man damals glaubte, daß sie unstät und auf Geradewohl in dem großen Raume des Himmels herumirren. — Wird durch Maschinen veranschaulicht.

Von den Nebenplaneten, Trabanten, Monden, Satelliten.

§. 414. Darunter versteht man diejenigen Weltkörper, welche sich mit ihren Hauptplaneten zugleich um die Sonne bewegen; sie haben daher eine dreifache Bewegung:

1) Die Bewegung um ihre Achse;
2) die Bewegung um ihre Hauptplaneten; und
3) die Bewegung mit den Hauptplaneten um die Sonne.

§. 415. Unter allen Nebenplaneten ist uns der Nebenplanet unserer Erde, der Mond, der wichtigste; sein Durchmesser beträgt 480 Meilen, seine Oberfläche nahe doppelt so viel, als die des russischen Reiches. — Der Mond, welchen man von seiner Veränderung in der Erscheinung mit zwei Hörnern ☽ bezeichnet, ist unser nächster Stern. Er ist von der Erde 510,000 Meilen entfernt; und obgleich er 50mal kleiner ist, als die Erde, so erscheint er uns doch so groß, als die Sonne, welche aber 400mal weiter von uns steht, wie alle übrigen Nebenplaneten.

§. 416. Der Mond hat eine dreifache Bewegung:

1) Um seine Achse;
2) um die Erde, und
3) mit der Erde um die Sonne.

Seine Bewewegung um die Erde kann aber eine scheinbare oder wahre seyn. Die scheinbare Bewegung besteht darin, daß man glaubt, der Mond bewege sich alle vierundzwanzig Stunden, also täglich, von Morgen gegen Abend, um die Erde; da doch indessen sich die Erde in dieser Zeit von Abend gegen Morgen um ihre Achse drehet.

Die wahre eigentliche Bewegung des Mondes ist die sogenannte Monatliche von Abend gegen Morgen. Diese Bewegung wird in eine Periodische und Synodische unterschieden. Den periodischen Lauf macht der Mond in 27 Tagen, 7 Stunden und 43 Minuten, wo er sich bei dem nämlichen Fixsterne zeiget, und 360 Grade am Firmamente zurückgelegt hat. Allein, die Erde ist indessen in ihrer Bahn um die Sonne etwas vorgerückt, da gehen noch 2 Tage, 5 Stunden und 5 Minuten hin, ehe man den Mond wieder als Neumond sieht. Hierdurch wird sein synodischer Lauf bestimmt, welcher also 29 Tage, 12 Stunden und 48 Minuten währet. Dieses ist auch die Ursache, warum man in einem Jahre zwölf Monate zählet, da doch der Mond seine Bahn dreizehnmal umläuft.

§. 417. Bei dem Umlaufe des Mondes um die Erde kommt er bald zwischen Erde und Sonne (im Neumonde), bald der Sonne gegenüber (im Vollmonde) zu stehen. Sein Licht empfängt er von der Sonne, und er selbst ist ein dunkler Körper, wie unsere Erde. Wenn er zur Hälfte erleuchtet erscheint, da er seitwärts von der Sonne steht, so sagt man, er sey im ersten Viertel, oder im letzten Viertel.

Die Mondesviertel werden durch eine Maschine veranschaulicht.

§. 418. Die Ebene der Mondsbahn ist gegen die der Erdbahn unter einem Viertel von mehr als 5 Grad geneigt, und durchschneidet also die letztere in einer Linie, die man die Knotenlinie nennt. Man unterscheidet den aufsteigenden und niedersteigenden Knoten. Im aufsteigenden Knoten ☊ (Drachenkopf) geht der Mond über die Ekliptik nach Norden; im niedersteigenden Knoten ☋ (Drachenschwanz) geht er hinab nach Süden.

Trifft es sich, daß der Mond im Neumonde gerade in oder nahe bei dem Knoten, also in oder nahe bei der Erdbahn ist, so verdeckt er ganz oder zum Theile die Sonne; daher entstehen dann die Sonnenfinsternisse.

Trifft es sich, daß er zur Zeit des Vollmondes in diese Lage kommt, so wird er von dem Schatten der Erde ganz oder zum Theile verdunkelt; daher entstehen die Mondsfinsternisse. Fig. 321 und 322 machen beide anschaulich, wo S die Sonne, M den Mond und E die Erde bedeuten.

Die Knoten bleiben aber nicht auf derselben Stelle der Ekliptik, sondern rücken gegen die Ordnung der Zeichen, d. h. von Osten nach Westen fort, und kommen in 18 Jahren, 223 Tagen, 7 Stunden, 13 Minuten am ganzen Himmel herum. Nach diesem Zeitraume kehren auch dieselben Finsternisse auf gleiche Art und in gleicher Ordnung wieder zurück. Diese Finsternisse haben den besondern Nutzen, daß sie zur genauen Bestimmung der wahren Lage, Abtheilung und Entfernung der Länder und Städte, zur Festsetzung und Berichtigung der Zeitrechnungen, und zur Zurechtweisung der Seefahrer vieles beitragen.

Daß Sonnen- und Mondsfinsternisse, so wie auch der Durchgang des Merkurs oder Venus zwischen der Sonne und Erde, wovon schon gesprochen wurde, nicht bloß auf Tage, sondern sogar auf Stunden und Minuten vorausgesagt werden könne, ist wohl der sicherste Beweis der Wahrheit des Kopernicanischen Weltsystems, auf welches sich die ganze Rechnung gründet, und daß man sich also vor diesen Erscheinungen (bei welchen man vormals die Brunnen zudeckte, weil man eine Vergiftung besorgte) gar nichts zu befürchten habe.

§. 419. Der Mond kehrt der Erde immer nur eine und dieselbe Seite zu, indem er um sie herum-

läuft. Wir sehen daher einen großen Theil seiner Oberfläche niemals. Der Mond dreht sich in derselben Zeit um seine eigene Achse, in welcher er sich um die Erde bewegt; daher muß ein Tag, der bei uns 24 Stunden lang ist, auf dem Monde 29 Tage lang seyn. Es kommen daher auf den eigentlichen Tag, wo die Mondsbewohner das Sonnenlicht genießen, zwei Wochen, und auf die Nacht auch zwei Wochen. — Wird durch eine Maschine veranschaulicht. — Wie ganz anders müssen daher die Geschöpfe und Pflanzen auf diesem Weltkörper beschaffen seyn, um die Länge der Tage und Nächte ertragen zu können! —

§. 420. In Ansehung der genauen Beobachtung aller Theile der sichtbaren Mondsseite durch vorzüglich lichtstarke Fernröhre hat sich in den neuern Zeiten Schröter große Verdienste erworben, und durch seine Mondscharten sowohl, als durch die Beobachtungen darüber, die Kenntnisse dieses Weltkörpers sehr erweitert. Dadurch wissen wir, daß die hellen und dunkleren Flecken nicht (wie man ehemals glaubte) Land und Meer, sondern Gebirge und ebene Landstriche sind. Die ältern Astronomen haben diese Flecken mit eigenen Namen benennt. Größere Erhabenheit sind an ihren Schatten kenntlich.

§. 421. Auch entdeckt man eine Menge von größern und kleinern runden Gebirgen, die tiefe Thäler umgeben, welche sich bald ganz, bald zum Theile beschatten. Der Schatten fällt bald von der einen, bald von der andern Seite des Gebirges, je nachdem die Sonne scheint. Das Auffallendste bei diesen Mondsgebirgen ist ihre große Höhe; einige derselben übertreffen selbst die höchsten Berge unserer Erde, obschon der Durchmesser des Mondes nicht einmal drei Zehntheile des Erddurchmessers beträgt. Es gibt Berge auf dem Monde, deren Höhe über 26,000 Fuß ist, während

der Dhavalagiri im Himalayagebirge nur 24,000 Fuß hat (davon später), so daß also die Mondsberge im Verhältnisse der Durchmesser beider Weltkörper nahe fünfmal höher sind, als die unserer Erde.

Diese Mondsberge sind nicht alle von gleicher Art. Man kann sie am einfachsten in zwei Gattungen eintheilen:

1) In zusammenhängende Bergadern, und
2) in isolirte Ringgebirge,

und von beiden Gattungen findet man auf der Erde nur wenig Aehnliches. Die größten Bergadern findet man bei Tycho, Kepler und Kopernicus. Ein Punkt, ein großer Bergrücken thürmt sich weit über die Oberfläche des Mondes auf, und von ihm stürzen nach allen Seiten gleichsam ganze Ströme von Gebirgen, wie Lichtstrahlen aus der Sonne, in die umliegenden Ebenen herab. Die Ringgebirge hingegen haben meistens die Gestalt von Kreisen, oder von kreisförmigen ausgetrockneten Teichen, und sind rings mit einem erhabenen Walle umgeben, während ihre innere, ebene, oft viele Quadratmeilen große Fläche in ihrer Mitte gewöhnlich einen isolirten, kegelförmigen Berg trägt.

Zwei der merkwürdigsten dieser Ringgebirge sind:

1) Plato, und
2) Eudoxus.

Der Kern, der eigentliche Brennpunkt der Bergadern, gehört zu den höchsten Gebirgen des Mondes; niedriger sind gewöhnlich die Ringgebirge, die nur selten sieben bis acht Tausend Fuß betragen, und noch niedriger sind die so eben erwähnten Kegel in der Mitte der Ringgebirge.

Anmerkung:

An den sogenannten Vierteln werden die Monds-berge meinen Zuhörern mittelst eines Tubus erklärt.

Wenn der Mond im Ab- oder Zunehmen ist, so sieht man in einiger Entfernung von der concaven Seite der Mondssichel (die wegen der Unebenheit des Mondes zackicht erscheint) isolirte Lichtpunkte, welches die erleuchteten Bergspitzen sind.

§. 422. Schröter konnte mit seinen so lichtstarken Fernröhren auch nicht die kleinste, völlig ebene Stelle auf der Oberfläche des Mondes finden, ein Beweis, daß es dort kein Wasser gibt, da dessen Oberfläche sich immer in einer Ebene ausbreitet.

Der Mond ist also frei von Meeren, Flüssen in der Art, wie die Erde sie besitzt, und mit außerordentlich wenig Luft umgeben, ob man sie ihm gleich nicht ganz absprechen kann, woraus folgt, daß daselbst keine Wolken, kein Regen, kein Donnerwetter u. s. w. entstehen. Der Mond ist von keinem solchen Dunstkreise umgeben, wie unsere Erde, in welchem sich Wolken oder Regen, Hagel und Schnee erzeugen können. Zu allen Zeiten findet man ihn heiter und rein von Wolken ähnlichen Verhüllungen. Zwar kennen wir die Natur der Mondluft nur wenig; aber so viel ist gewiß, daß sie auf der Oberfläche des Mondes so rein und dünn ist, wie sie zehn Meilen über unserm Haupte seyn mag, welches man theils aus der Beschaffenheit der Morgen- und Abenddämmerungen im Monde, theils aus der Art, wie sich die Strahlen des Sonnenlichtes in jener Luft brechen, deutlich erkannt hat. In den größten Tiefen athmet also der Mondsbewohner noch nicht eine so dichte Luft, als wir auf der Spitze des höchsten Berges unserer Erde athmen würden. Diese Feinheit

der Mondsluft macht nun dort eine ganz andere Schöpfung nothwendig; aber diese Mannigfaltigkeit ist ein neuer Beweis von der Allmacht des Schöpfers; denn, da der Körperbau der Geschöpfe von der Beschaffenheit des Wohnortes abhängt, so muß auch dieser bei den Geschöpfen des Mondes ganz anders eingerichtet seyn, als bei den Erdgeschöpfen. Kein Geschöpf der Erde könnte in der feinen Luft des Mondes auch nur eine kurze Zeit leben. Die Bewohner des Mondes müssen daher von ganz anderer Natur seyn, als die Bewohner der Erde. Doch welcher Sterbliche kann in diese Geheimnisse mit Zuverläßlichkeit eindringen, und die ewigen Rathschlüsse des Allmächtigen erforschen? Der Gott, der hier auf Erden Alles so gut und weise eingerichtet hat, wird auch auf dem Monde tausend andere weise Einrichtungen getroffen haben, die wir nicht kennen, welche aber dessen ungeachtet hinreichend sind, die Bewohner des Mondes nach ihrer Art vollkommen glücklich zu machen. Auch auf ihn scheint die Sonne freundlich und segnend herab: „Denn er ist der „rechte Vater über Alles, was da Kinder „heißt, im Himmel und auf Erden.“

§. 423. Der Jupiter hat vier Monde, welche ihn in seinem Laufe um die Sonne begleiten, indem sie von Westen nach Osten um ihn herumlaufen, und alle immer auch nur eine Seite gegen ihn zukehren, wie unser Mond gegen unsere Erde. Ihre Entfernung von ihren Hauptplaneten, ihre Umlaufszeit und ihre Größe ist folgende:

Monde.	Entfernung.	Umlaufszeit.	Durchmesser.
I. Mond	59,000 Meil.	1 T. 18 St.	564 M.
II. Mond	93,000 =	3 = 18 =	465 =
III. Mond	148,000 =	7 = 4 =	818 =
IV. Mond	261,000 =	16 = 16 =	570 =

§. 424. Der Saturn hat nebst dem bereits erwähnten doppelten Ring, noch 7 Monde, deren Entfernung, Umlaufszeit und Durchmesser in folgender Tafel enthalten sind:

Monde.	Entfernung.	Umlaufszeit.	Durchmesser.
I. Mond	25,000 Meil.	0 T. 23 St.	noch unbekannt.
II. Mond	32,000 "	1 " 9 "	
III. Mond	40,000 "	1 " 21 "	143 M.
IV. Mond	52,000 "	2 " 18 "	143 "
V. Mond	72,000 "	4 " 12 "	360 "
VI. Mond	166,000 "	15 " 23 "	1046 "
VII. Mond	485,000 "	79 " 8 "	618 "

§. 425. Bei dem Uranus entdeckte Herschel schon früher 6 Monde, von welchen aber bis jetzt nur ihre Entfernungen von dem Uranus und ihre Umlaufszeiten bekannt sind. Diese sind nämlich:

Monde.	Entfernung.	Umlaufszeit.
I. Mond	47,000 Meilen	5 Tage 21 Stunden
II. Mond	63,000 "	8 " 17 "
III. Mond	73,000 "	10 " 23 "
IV. Mond	84,000 "	18 " 11 "
V. Mond	168,000 "	38 " 2 "
VI. Mond	338,000 "	107 " 17 "

Von den zwei in neuerer Zeit entdeckten Monden bei dem Uranus ist bis jetzt noch nichts weiter bekannt geworden.

Von den Kometen.

§. 426. Außer diesen Hauptplaneten und Monden gibt es noch andere Körper, die ebenfalls zu dem Gebiete unserer Sonne gehören, und mit einem leichten Nebel meistens wie mit einem Schweife erscheinen, und

deßhalb Kometen heißen. Daß sie ordentliche Weltkörper sind, die ihre bestimmte Bahn beschreiben, bezweifelt jetzt kein unterrichteter Mensch; ehemals aber hatte man seltsame und abergläubische Meinungen von ihnen. Man hielt sie für atmosphärische Erscheinungen, oder gar für Wunderzeichen, die Krieg, Pest, Theurung und andere Unglücksfälle vorbedeuteten; ein selbst jetzt noch beim gemeinen Volke nicht ausgerotteter Aberglaube.

§. 427. Was den Naturbau dieser Weltkörper betrifft, so besteht dieser aus einem Kerne, einer Dunsthülle, oder Atmosphäre, die den Kern in sich schließt, und aus einer Lichthülle, welche einen weißen Schein um dieselben ausbreitet, und einige von ihnen mit einem Lichtschweife schmücket. Der Kern ist entweder eine feste Weltmasse, die jener der Planeten gleicht, und nur weit lockerer ist, indem sich mehrere Kometen mit begränzten Scheiben darstellen; oder er ist noch keine ganz feste, ausgebildete Weltmasse, sondern ein Chaos von festen und flüssigen Theilen, die ihn daher in einer dunstvollen Atmosphäre ganz verhüllen; oder er ist eine ganz flüssige Masse, durch welche man dann die dahinter stehenden Fixsterne durchschimmern sieht. Um die Atmosphäre, welche den Kometenkern oft mit dunkelgrauen Flecken darstellt, oft ihn trübe und dem unbewaffneten Auge unsichtbar macht, befindet sich die Lichthülle, welche sich bei einigen Kometen mit der Dunstsphäre vereinigt, bei andern aber davon abgesondert anhebt, dieselben mehrere tausend Meilen weit gibt, sich allmählig immer mehr verdünnt, und endlich ganz verliert. Bei einigen von ihnen breitet sie sich nach der einen Seite mehr, als nach der andern aus, und bildet hier einen prachtvollen Schweif, der oft mehrere Millionen Meilen lang ist, den Welt-

körper auf seiner Bahn begleitet, wenn er zur Sonne eilt, und demselben vorangeht, wenn er sie verläßt.

§. 428. Die Anzahl der Kometen ist erstaunenswerth. Seit dem Jahre 240 nach Chr. Geb., wo man angefangen hat, ihren Lauf zu beobachten, und zu berechnen, hat man bis jetzt über 125 gezählt, wovon allein 24 in dem Raume zwischen der Sonne und der Merkursbahn, 48 zwischen den Bahnen des Merkurs und der Venus, 26 zwischen jenen der Venus und Erde, 19 zwischen der Erd- und Marsbahn, und 5 zwischen der Mars- und Jupitersbahn, die Ebene der Erdbahn in sehr verschiedenen Neigungen mit ihrem Laufe durchschneiden.

Außer diesen aber sind noch über 400 Kometen nicht berechnet. Rechnet man jene hinzu, welche bei Tage, oder in trüben Nächten, oder am Südpole erscheinen, oder wegen ihrer Kleinheit unsern Augen entgangen sind, so wie jene, welche in den weiten Zwischenräumen der übrigen Planetenbahnen wandern; so muß man über die Anzahl dieser Weltkörper erstaunen.

§. 429. Die Kometenbahnen sind sehr längliche Ellipsen, daher sie der Sonne in dem einen Scheitel ihrer Bahn sehr nahe kommen, und sich in unermeßliche Weiten von ihr entfernen, welches nach unsern Vorstellungen eine ungemeine Abwechslung vom Lichte und Wärme auf ihnen verursachen muß.

Was die Größe der Kometen betrifft, so ist bis jetzt noch keiner größer, als unsere Erde, beobachtet worden. Indessen können und mögen diejenigen von ihnen, welche entfernter von der Sonne wandern, wohl größer, als die Erde seyn; auch ist es wahrscheinlich, daß sie sich um ihre Achse drehen.

§. 430. Zu den merkwürdigen Kometen, welche seit zwei Jahrhunderten mit Fleiß beobachtet wurden, gehören:

Der Komet von 1680, wegen seiner Größe und seiner Annäherung an die Erde. Man glaubt, daß er zu seinem Umlaufe über 500 Jahre brauche.

Der Komet von 1795 hat eine Umlaufszeit von 75 bis 76 Jahren. Er erschien 1305, 1380, 1456, 1531, 1607 und 1682. Halley bemerkte dieses, und kündigte seine Erscheinung auf 1758 an. Er erschien auch wirklich, jedoch erst 1759. Man kann ihn daher 1834 sehr wahrscheinlich wieder erwarten.

Einer der schönsten und merkwürdigsten erschien 1807, der im Oktober am hellsten war. Er zeichnete sich ganz besonders durch einen, in zwei Arme getheilten Schweif aus.

Noch größer war der von 1811, der im Dezember seine größte Lichtstärke hatte. Sein Schweif war glänzender und länger, als bei den vorigen, schien durch einen dunkeln Raum von dem Kerne abgesondert, war in der Mitte der Länge nach etwas dunkler, und breitete sich gegen das Ende schnell aus. Die Bahn desselben muß sehr groß seyn, weil er in 40 Tagen 27 Millionen Meilen zurückleget.

Der von 1815 scheint eine noch kürzere Umlaufszeit, als der Halley'sche, zu haben, etwa 70 Jahre.

Der von 1819, den man den Pons'schen nennt, weil Pons ihn zweimal entdeckte, ist nach Olbers mit dem von 1786 einer und ebenderselbe. Er wurde auch 1791 und 1805 beobachtet. Nach Enke's Berechnung hat er die überraschend kurze Umlaufszeit von 3½ Jahren.

In der Vorlesung werden Zeichnungen von verschiedenen merkwürdigen Kometen vorgezeigt.

§. 431. Die Ursache von den Bewegungen der Himmelskörper ist in der allgemeinen Anziehungskraft der Körper gegen einander zu suchen, verbunden mit einer andern Kraft, vermittelst welcher sie sich zu entfernen suchen. Die erstere wirkt nach dem Verhältnisse der Größe der Massen, und dem verkehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen. Diese Kraft ist in allen Körpern durch den ganzen Weltraum thätig, und ist mit der Schwere, die wir auf der Erde bemerken, einerlei. Sie heißt daher auch die allgemeine Schwere (§. 54). Wenn keine andere Kraft entgegenwirkte, so würden alle Planeten, Nebenplaneten und Kometen auf die Sonne fallen. (Daher heißt sie auch Centripetalkraft.) Aber vermöge der Centrifugalkraft suchen sich die Planeten und Kometen von der Sonne, die Monde von ihren Hauptplaneten zu entfernen.

Aus der Zusammenwirkung beider Kräfte entsteht die krummlinigte Bahn der Himmelskörper. — Je näher sie dem größern Körper kommen, um welchen sie laufen, desto stärker werden sie angezogen, also desto geschwinder gehen sie. — Uebrigens ist die Anziehung wechselseitig. Die Erde wird nicht nur von der Sonne, sondern auch die Sonne von der Erde, der Mond von der Erde, und diese von dem Monde ꝛc. angezogen. Auch wird ein Planet nicht bloß von der Sonne, (obgleich von dieser wegen ihrer Größe am meisten) sondern auch von allen andern Planeten angezogen. Die Trabanten werden am meisten von den zunächst stehenden Hauptplaneten, aber auch von der Sonne und andern Planeten angezogen. Daher entstehen mancherlei Störungen

und Ungleichheiten in der Bewegung der Himmelskörper, die auch in der Berechnung ihres Laufes, der Verfinsterungen ꝛc. berücksichtigt werden müssen.

Um diesen Theil der Astronomie haben sich Kepler *) und Newton **) einen unsterblichen Ruhm erworben.

Anmerkung:

Astrologie, Sterndeutekunst. Dieß ist der Name der eitlen und betrügerischen Kunst, aus den Stellungen der Gestirne zukünftige Dinge vorherzusagen. Die Astrologie galt etwas bei den Großen. Durch die Bestätigung des Kopernicanischen Systems, (welches ich im §. 5 bloß als eine Hypothese aufstellte) und durch die allgemeine Verbreitung derselben wurden diese Thorheiten unterdrückt, und nur selten gelingt es noch der Schwärmerei und dem Betruge, die Leichtgläubigen damit zu hintergehen.

---

*) Joh. Kepler wurde zu Wiel, in Würtemberg, den 27. Dezb. 1571 geboren. Sein Vater lebte arm, und starb als Gastwirth eines Dorfes im größten Mangel. Ohne Unterstützung lernte auch der Sohn bald den Kampf mit dem widrigen Schicksale kennen, das ihn sein ganzes Leben durch verfolgte. Er starb in seinem 60sten Jahre zu Regensburg den 15. Nov. 1631.

Keplers Denkmal ist mit Flammenschrift an dem Sternhimmel eingegraben, wo es so lange leben wird, als es Menschen gibt, die im Stande sind, diese Schrift zu lesen, und die Verdienste des großen, von uns verkannten, im Elende gestorbenen Mannes zu würdigen.

**) Isak Newton wurde den 25. Dezb. 1642 am Weihnachtsfeste, zu Woolstrop in Lincolnshire, geboren.

Im Jahre 1703 wurde er Präsident der königl. Akademie der Wissenschaften, und blieb es bis an seinen Tod, der den 20. März 1727 in seinem 85sten Jahre erfolgte.

Kepler, der Vater der neuen Astronomie, und Newton, sind die Zierde und der Stolz der Menschheit. Newton wurde von seinen Engländern im Leben und im Tode den Königen gleich geehrt, und Kepler lebte auch unter seinen Landesleuten, aber im Elende, und starb vor Hunger.

Kästner schrieb auf Keplers Grabmal:

So hoch, wie Er, war Niemand noch gestiegen,
Und, Deutsche hört's, Er starb in Hungersnoth! —
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
D'rum ließen Ihn die Körper ohne Brod.

XIII. Kapitel.

Von der Oberfläche der Erde.

§. 432. Wir kennen von der Erde fast nur die Oberfläche, und auch diese noch nicht genug. Erst in neuern Zeiten ist durch Seereisen vieles entdeckt, wovon man zuvor nur muthmaßen konnte, und vieles ist noch unentdeckt.

Die Größe der ganzen Erdfläche beträgt etwa über neun Millionen geographische Quadratmeilen.

§. 433. Das Land besteht theils aus großen, zusammenhängenden Theilen, welche man festes Land nennt, theils aus vielen kleinen, vom Wasser umgebenen Stücken oder Inseln.

In der Geographie (Erdbeschreibung) unterscheidet man fünf Erdtheile:

1) Europa,
2) Asien,
3) Africa,
4) America, und
5) Australien.

§. 434. Das Meer kann ebenfalls in fünf Abtheitheilungen gebracht werden:

1) Das nördliche Eismeer,
2) das südliche Eismeer,
3) das atlandische Meer,
4) das indische Meer, und
5) das stille oder große Weltmeer.

Außer diesen großen Weltmeeren, deren Gränzen eben nicht genau bestimmt zu werden pflegen, gibt es noch viele andere Wassersammlungen, theils Meerbusen, theils inländische Seen, deren Lage und Namen die Geographie kennen lehrt.

§. 435. Das Meerwasser hat meistens eine bläulich-grüne Farbe. Nach der Beschaffenheit des Bodens, und der trüben oder heitern Luft wird jedoch diese Farbe verändert. Im Dunkeln leuchtet das Meerwasser oft theils von selbst, theils, wenn man es stark bewegt, z. B. wenn man einen Stein hineinwirft. Dieses Leuchten ist nicht von einerlei Art, und hat nicht einerlei Ursache; theils rührt es von leuchtenden Seethierchen, theils vom Phosphorisciren verfaulender thierischer Substanzen, theils auch von Elektrizität, her.

§. 436. Der Geschmack des Meerwassers ist salzig und bitter, aber nicht überall im gleichen Grade. Gefrornes und wieder aufgethautes Seewasser hat diesen Geschmack verloren, und ist trinkbar.

§. 437. Die Tiefe des Meeres beträgt bald mehr, bald weniger (ist auch oft unermeßlich); in sehr unbeträchtlichen Entfernungen findet man oft den größten Unterschied derselben; ein Beweis, daß der Boden des Meeres ebenso seine Thäler, Anhöhen, Berge und Ab-

gründe hat, wie man sie auf dem Lande sieht. An mehrern Stellen beträgt sie wenigstens mehr als 250 Klafter, oder 1500 Fuß.

§. 438. Aus einigen (wohl nicht ganz zureichenden) Beobachtungen hat man auf eine beständige Abnahme des Meerwassers geschlossen. Es gibt allerdings Stellen, die nach und nach vom Wasser entblößt werden, wie dieß der Fall ist an den Küsten der Ostsee, der Nordsee, des adriatischen Meerbusens; hingegen gibt es auch andere Gegenden, wo das Meer nach und nach Stellen des Landes bedeckt.

§. 439. Das Meer setzt immer im Ganzen so viel an Dünsten ab, als es durch Zufluß der Ströme an Wasser gewinnt. Hiedurch wird der beständige Umlauf der Gewässer unterhalten.

§. 440. Das Meer ist beständig in Bewegung:

1) Wird es durch Winde an der Oberfläche in Bewegung gesetzt, welche sich jedoch nicht weit in die Tiefe erstreckt.

2) Ist die Umdrehung der Erde um ihre Achse Ursache einer beständigen Strömung von Morgen gegen Abend, wie sich vorzüglich zwischen den Wendekreisen zeigt.

3) Wird durch die Attraction des Mondes eine merkwürdige Bewegung des Meeres hervorgebracht, welche unter dem Namen der Fluth und Ebbe bekannt ist. Der Mond zieht nämlich das Wasser an der ihm zugekehrten Seite der Erde stärker, als den entfernten Mittelpunkt der Erde, und diesen wieder stärker, als das noch entferntere Wasser an der entgegengesetzten Seite der Erde, an.

Die natürliche Folge hievon ist, daß auf beiden Seiten das Wasser, als ein flüssiger Körper, an den genannten entgegengesetzten Seiten vom Mittelpunkte der Erde etwas entfernt wird oder anschwillt, an den seitwärts liegenden Stellen aber abläuft. Dort wird es Fluth, hier Ebbe. Wegen der täglichen Umdrehung der Erde trifft dieses Phänomen alle Gegenden rund um die Erde herum, eine nach der andern, die östlichen früher, als die westlichen; und zwar hat jede Stelle in 24 Stunden und 49 Minuten zweimal Fluth und Ebbe. Dieß wird durch eine Zeichnung veranschaulicht.

Anmerkung:

Die Erscheinung erfolgt nämlich jeden folgenden Tag um 49 Minuten später wegen der eigenen Bewegung des Mondes.

4) Endlich gibt es viele besondere Strömungen und Strudel im Meere, welche durch die Lage der Küsten verursacht werden, z. B. die Strömung in der Meerenge von Gibraltar u. s. w.

§. 341. Das aus den Meeren und inländischen Seen ausgedünstete Wasser kommt aus der Atmosphäre in Thau, Regen u. s. w. (davon später) wieder zur Erde. Besonders sammelt sich das in der Luft befindliche Wasser an den Bergen, welche oft mit Wolken umgeben sind, seihert sich durch, und bildet Quellen, deren Wasser in Bächen nach niedrigeren Gegenden hinfließt. Aus dem Zusammenflusse der Bäche entstehen kleine Flüsse, und aus dem Zusammenflusse dieser letzteren größere Flüsse und Ströme, welche sich wieder in das Meer ergießen. So ist ein beständiger Kreislauf in der Natur.

§. 342. Indem das Wasser durch die Erde dringt, so nimmt es von dem Boden Theile in sich auf; daher entstehen die Salzsoolen, die mineralischen Wasser (Gesundbrunnen), und die incrustirenden Gewässer, worin so viel Kalkerde u. s. w. aufgelöst ist, daß hineingelegte Körper mit einer Rinde davon überzogen werden. Von heißen Quellen und ihrer Entstehung ist §. 216 schon gesprochen worden.

§. 443. Einige Quellen geben nur zu gewissen Zeiten Wasser, diese nennt man periodische oder intermittirende Quellen. Einige derselben richten sich nach der Jahreszeit und dem Wetter, fließen, wenn es geregnet hat, und versiegen in der Dürre (dieß ist gewöhnlich); andere aber, welches merkwürdiger ist, fließen in der Dürre, und vertrocknen im nassen Wetter. Einige richten sich nach der Tageszeit, noch andere nach Ebbe und Fluth. Zur Erklärung dieser sonderbaren Quellen nimmt man heberförmige Canäle in der Erde an, wovon schon §. 166 gesprochen wurde.

§. 444. Das Land, welches über der Meeresfläche auf der Erdkugel hervorragt, ist theils eben, theils gebirgig. Gewöhnlich ist der mittlere Theil höher, und je weiter nach dem Meere zu, desto mehr senkt sich der Boden. Die höchste Gegend in Europa ist die Schweiz, in Asien die Wüste Kobi, in America die Gegend um Quito. In dem mittlern Africa kann vielleicht auch eine solche hohe Gegend seyn; das Innere dieses großen Welttheiles ist aber noch wenig bekannt.

§. 445. Die senkrechte Höhe der höchsten Berge beträgt noch nicht $\frac{1}{1000}$ vom Halbmesser der Erde. Der Dhawalagiri, die höchste Spitze des Himalaya-Gebirges in Asien hat 24,000 par. Fuß; der Chim-

borasso ist 20,148; der Montblanc 14,700; der Aetna 10,280; der Brokken nur 3464 Fuß hoch.

§. 446. Man unterscheidet vier Klassen von Gebirgen:

1) Urgebirge sind die höchsten Bergketten der Erde, wie die Cordilleras in America, die Alpen in Europa. Sie bestehen hauptsächlich aus Granit, und haben unter der Erde vielleicht Zusammenhang miteinander, so daß aus ihrer Masse die Erdrinde besteht (denn, was das Innere unserer Erde betrifft, wissen wir davon gar nichts). Die Gebirge sind oft mit Spalten oder Klüften durchschnitten, welche Gänge genannt werden, und worin sich andere Stein- und Erdarten, wie auch Metalle und Erze, angehäuft finden, welche durch den Bergbau daraus gewonnen werden.

2) Flötzgebirge. Diese bestehen aus übereinander liegenden Schichten oder Lagern von Kalkstein, Sandstein, Schiefer, Steinkohlen, Steinsalz u. dgl., die auch zum Theile mit Gängen durchschnitten sind. Die Flötzgebirge bedecken wohl die Urgebirge, aber nie umgekehrt. Man schließt hieraus, daß sie später entstanden sind. Sehr merkwürdig sind ferner die Versteinerungen von Seethieren, welche sich häufig in ihnen finden, und augenscheinlich zeigen, daß ihre verschiedene Bodensätze aus Meerwasser sind, welches die Stelle, wo sie liegen, ehemals bedeckte. In den flachen Flötzgebirgen findet man auch, wie wohl nicht in solcher Menge, Versteinerungen von Landthieren und Abdrücke von Pflanzen; wobei es merkwürdig ist, daß oft Produkte, die jetzt nur in den südlichen Ländern fortkommen,

in nördlichen Gebirgen gefunden werden, nicht aber umgekehrt.

3) Neuere angeschwemmte Gebirge. Diese unterscheiden sich von den ältern Flötzgebirgen theils durch ihre sanftere Erhebung, theils durch ihre Materie, da sie aus Dammerde und aus Bruchstücken der beiden ersten Klassen von Gebirgen, oder aus Geschieben von Granit und dergleichen, mit Thon und Lehm verbunden, bestehen, theils auch dadurch, daß sie selten Versteinerungen von Seeproducten, hingegen viel versteinertes Holz, Knochen von Landthieren und Abdrücke von Pflanzen enthalten. Auch findet man südliche Producte in nördlichen Gegenden, z. B. Elephantenknochen in Sibirien.

4) Vulkanische Gebirge. Vulkane oder feuerspeiende Berge, welche Rauch, Flammen, Steine und Ströme von geschmolzener Masse, die man Lava nennt, auswerfen, sind in vielen Gegenden der Erde, z. B. in Italien der Vesuv, auf Sicilien der Aetna, auf Island der Hekla, mehrere in Asien, in America, auf den Inseln des südlichen Oceans. Ausgebrannte Vulkane gibt es unter andern auch in Deutschland, z. B. im Hessischen. Man erkennt sie an ihrer kegelförmigen Gestalt, und an der verhärteten Lava u. s. w. in den umliegenden Gegenden.

§. 447. Die furchtbaren Ausbrüche der Vulkane rühren (wie schon §. 43 bemerkt wurde) wahrscheinlich von den entzündbaren Materien, als Schwefelkiesen, Steinkohlen u. s. w. her, die unter der Erde liegen, und sich durch Zugang der Luft und des Wassers erhitzen. Elastische Dämpfe und Luftarten, die sich dab-

entwickeln, erklären die große Gewalt, mit welcher Massen von großem Gewichte so hoch gehoben werden.

Die elektrischen Erscheinungen dabei sind zufällig, wenigstens kann man ihretwegen nicht Elektrizität zur Ursache annehmen.

§. 448. Die Erdbeben haben gewiß mit den vulkanischen Ausbrüchen einerlei Ursache, und sind am häufigsten in den Gegenden, wo feuerspeiende Berge sind. In Italien, auf Sicilien, in Portugal, Ungarn, Pohlen, auf Island, in Westindien, Südamerica u. s. w. hat man die traurigsten Beispiele von den fürchterlichsten Erdbeben aufzuweisen. Die Stadt Lissabon wurde 1755 durch ein Erdbeben fast gänzlich zerstört, und 30,000 Einwohner kamen dabei um ihr Leben. Durch ein Erdbeben in Calabrien und auf Sicilien versank im Jahre 1783 die große Stadt Messina, wobei 40,000 Menschen verunglückten. Fast durch ganz Europa zeigten sich damals Spuren davon, besonders durch große Wetterveränderung und einen trocknen Nebel, Höhen- oder Sonnenrauch genannt, der fast vierzehn Tage die Erde bedeckte, und die Sonne verhüllte oder errö-thete. Den 26. März 1812 wurde Caraccas und die umliegende Gegend in Südamerica durch ein Erdbeben verwüstet, wobei 80,000 Menschen ihr Grab fanden. Mehrere Beispiele dergleichen furchtbaren Zerstörungen werden in der Vorlesung angeführt.

Entsetzlich und außerordentlich, wie die Erscheinungen selbst, sind auch die Vorzeichen, die sie anzukündigen pflegen. Die plötzlichen Veränderungen in der Atmosphäre betäuben den Menschen, und ängstigen die Thiere, die durch ein banges Heulen die drohende Gefahr anzudeuten scheinen. Der Himmel verdunkelt sich, und zeigt eine feurige Röthe, der Barometer fällt außer-

ordentlich tief, heftige Stürme toben, unterirdisches Getöse donnert u. s. w. Berge versinken und ewiger Granit zersplittert, große Strecken Landes werden von brausenden Fluthen überschwemmt, und wieder aus den Meeresfluthen erhebt sich Land, Inseln entstehen und versinken, reissende Ströme versiegen oder nehmen plötzlich einen andern Lauf, und das Meer selbst scheint in seinen unermeßlichen Tiefen aufgewühlt u. s. w.

Anmerkung:

Wenn man 25 Pfund Eisenfeile mit 25 Pfund zerstossenem Schwefel vermischt, diese Masse anfeuchtet, und sie ein paar Fuß tief unter die Erde vergräbt, so entsteht nach einigen Stunden ein Erdbeben im Kleinen, und es bricht selbst Rauch und Flamme hervor. — Wenn kaltes Wasser in geschmolzenes Metall getröpfelt wird, so erfolgt eine heftige Explosion. Diese beide Versuche erläutern die furchtbaren Erscheinungen, welche die Natur im Großen hervorbringt.

§. 449. Viele Berge, besonders in den Kalkgebirgen, enthalten merkwürdige Höhlen, worin theils Thierknochen, theils allerlei Figuren von Tropfstein gefunden werden. Die Höhle auf der Insel Antiparos ist unter andern berühmt. In Deutschland sind die Baumannshöhle am Harz, die Gailenreuther Höhle im Bayreuthischen merkwürdig. Die Entstehung der Höhlen ist wahrscheinlich dem Einsinken der untern Schichten zuzuschreiben; bei einigen können auch vulkanische Ausbrüche gewirkt haben.

Von der Hypothese über die Entstehung unserer Erde und ihrer Atmosphäre wird in der Vorlesung gesprochen.

XIV. Kapitel.

Von den Lufterscheinungen (Meteorologie).

§. 450. Die Luft, von welcher unsere Erde allenthalben umgeben ist, enthält, außer den schon genannten Gasarten (§. 217) noch mancherlei andere elastische Flüssigkeiten, nämlich Dünste, Wärmestoff, Lichtstoff, Elektrizität u. s. w. Die Zersetzung dieser fremdartigen Stoffe kann mancherlei auffallende Erscheinungen bewirken, als Regen, Schnee, Gewitter, Hagel, Sturm u. dgl., und selbst auf die Witterung großen Einfluß haben. Die Erscheinungen nun, welche in der Luft erzeugt werden, nennt man Lufterscheinungen, Meteoren. Man theilt sie ein in luftige, wässerige, glänzende und feurige.

Von den luftigen Lufterscheinungen.

§. 451. Dahin gehören die verschiedenen Arten der Winde, als die gewöhnlichen Winde, die stürmischen Winde, die gefährlichen Winde, die Wirbelwinde ꝛc. und Wasser- und Landhosen, wobei die Elektrizität der Luft vorzüglich wirksam ist. Die Winde werden

durch viele, uns zum Theile noch unbekannte Kräfte erzeugt. Wenn das Gleichgewicht einer so feinen Materie, wie die Luft ist, gestört wird, welches durch Wärme und Kälte, durch Sonnenschein und Regen, durch die Elektrizität u. s. w. geschehen kann, so entstehen Bewegungen in der Luft, und diese Bewegungen bezeichnet man mit dem Namen Wind. Wenn z. B. die Luft von den Sonnenstrahlen auf einmal erwärmt, und diese folglich ausgedehnt wird, so entsteht sogleich ein Wind. Entstehen in der Atmosphäre luftleere Räume, so dringt in dieselben die benachbarte Luft ein, und es entsteht dann ein Wind. Solche Winde bemerkt man schon bei großen Feuersbrünsten; denn diese machen über sich gleichsam einen luftleeren Raum, in welchem die an den Seiten anliegende Luft eindringt, und folglich einen Strom machen muß, der sich bei allen Feuersbrünsten einfindet, und oft wohl eine Meile weit verspürt wird. Aus eben der Ursache erhebt sich insgemein ein Wind, wenn es einigemal geblitzt hat; denn der Blitz macht bei Gewittern enbenfalls einen luftleeren Raum; in diesen dringt die anliegende Luft geschwind ein, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, woraus sich die plötzlichen Windstöße erklären lassen, die man bei Gewittern wahrnimmt. Indessen wehen diese Winde nicht lange nach einer gewissen Richtung, und erstrecken sich selten über einige Meilen; aber diejenigen, welche aus den Veränderungen der Jahreszeiten entstehen, und sich nach dem Laufe der Sonne richten, sind anhaltender, und wehen zuweilen ziemlich lange nach einerlei Gegend *).

*) Man benennt die Winde nach der Himmelsgegend, aus welcher sie kommen, und sagt daher Ost- oder Morgenwind, Süd- oder Mittagswind ꝛc. Kommt ein Wind aus der Gegend zwischen zwei Hauptgegenden, so wird er

Man theilt daher die Winde in regelmäßige oder beständige, und in veränderliche oder unbeständige. Zu den ersten gehören die stets zwischen den Wendekreisen wehenden Ostwinde, die in einiger Entfernung vom Aequator von Nordost nach Südost herkommen; so wie jeder Körper, der von zwei Kräften nach verschiedener Richtung getrieben wird, eine mittlere annimmt, so ist es auch hier der Fall mit der Luft. Die eine Kraft treibt sie parallel mit dem Aequator von Osten nach Westen, die andere von Norden nach Süden senkrecht gegen den Aequator hin. Die erste Kraft ist die Anziehung der Sonne und des Mondes gegen die Luft, während die Erde sich von Westen nach Osten um ihre Achse dreht. Die leichtere Flüssigkeit der Atmosphäre wird stärker angezogen, als die Erde, und kann daher der sich von Westen nach Osten drehenden Erde nicht so geschwind folgen, sondern bleibt zurück, d. i. es entsteht eine Strömung der Luft von Osten nach Westen. — Zugleich wird in der heißen Zone die Luft von der Sonne am meisten erwärmt, wird spezifisch leichter, als die Luft gegen die Pole, erhebt sich,

---

nach beiden genannt; z. B. Südostwind, Nordostwind. Ueberhaupt unterscheidet der Schiffer eben so viele Winde, als er Weltgegenden hat, also zweiunddreißig. Die Windrose zeigt ihm die Richtung eines jeden dieser zweiunddreißig Winde an. Außerdem erkennt man die Richtung der Winde an dem Ziehen der Wolken, an der Bewegung der Bäume, und an den Windfahnen, die auf den Thürmen und Häusern angebracht werden. Trifft der Wind nämlich auf hohe Gebirge, hohe Gebäude ꝛc., so prallt er nach der entgegengesetzten Richtung zurück, und Bäume und Windfahnen, die dieser zurückgeworfene Luftstrom trifft, zeigen seine Richtung, und nicht die des natürlichen Luftstromes an.

und strömt in den obern Gegenden der Atmosphäre nach den Polen hin ab; daher strömt kältere Luft von Norden nach Süden, unten an der Erde senkrecht gegen den Aequator zu. Diese zusammengesetzte Bewegung bewirkt die oben angeführte Richtung.

§. 452. Zu den beständigen Winden gehören auch die Passatwinde, oder Moussons, die einige Zeit von einer gewissen Weltgegend herwehen, die übrige Zeit die entgegengesetzte Richtung nehmen. In der Zeit, wo sich der Wind umsetzt, ist einige Tage lang Windstille, oder auch Sturm nach verschiedenen Richtungen hin. Bei China z. B. weht ein halbes Jahr lang vom April bis zum September Südwestwind, im folgenden halben Jahre Nordostwind.

§. 453. Zu den regelmäßigen Winden gehören auch die täglich wiederkehrenden Land- und Seewinde in heißen Erdstrichen und Gegenden nahe am Meere. Von zehn Uhr an des Morgens weht der Seewind nach dem Lande hin, und einige Stunden nach Sonnenuntergang fängt der Landwind an, in entgegengesetzter Richtung gegen die See hin zu wehen. Der Grund davon ist folgender: Am Tage wird die Landluft durch die Sonnenstrahlen mehr verdünnt, als die Seeluft; daher strömt die dichtere Seeluft auf das Land hinüber, und macht einen Wind. Des Abends hingegen wird die schneller abgekühlte Landluft dichter, die Seeluft aber bleibt länger verdünnt; daher strömt die Landluft nach der See hin, und bewirkt auf diese Art einen Wind. Hieraus ist klar, warum in heißen Ländern an den Seeküsten bei heiterm Himmel am Tage die Seewinde, des Nachts hingegen die Landwinde wehen.

§. 454. In den meisten andern Gegenden des Erdbodens wehen die veränderlichen Winde bald län-

gere, bald kürzere Zeit, bald nach dieser, bald nach jener Richtung, und nehmen die Temperatur der Länder an, über welche sie hinstreichen. Winde, die z. B. über das Meer kommen, sind mit vielen wässerigen Dünsten angefüllt, die sie dann auf das feste Land fallen lassen; daher bringen uns die West- und Südwinde fast allemal Regen, weil uns gegen Süden das mittelländische Meer, und gegen Westen die Nordsee und das atlantische Meer naße ist; zugleich bringen uns die Südwinde Wärme, weil sie aus warmen Ländern kommen; dagegen bringen uns die Nordost- und Ostwinde fast allemal heitere Witterung, weil sie da über viele und große Länder wehen, und ihre Dünste größtentheils verlieren, ehe sie zu uns kommen; zugleich bringen sie, nebst den Nordwinden, Kälte, weil sie aus kalten Gegenden kommen.

§. 455. Man theilt ferner die Winde, in Ansehung ihrer Stärke, in gewöhnliche und in Sturmwinde oder Orkane ein. Die letztern unterscheiden sich durch ihre große Geschwindigkeit von den erstern. Während die gewöhnlichen Winde, welche nicht weit kommen, in einer Stunde bisweilen kaum eine deutsche Meile durchlaufen, so durchlaufen die Orkane in derselben Zeit neun bis zehn Meilen, und breiten sich oft durch ganze Länder aus. Diese Sturmwinde gehören zu den majestätischen Schauspielen der Natur. Wenn diese sich in ihrer Kraft erheben, und noch die Finsterniß der Nacht hinzukommt, so daß die Wälder brausen, und wie dürres Rohr niederstürzen, die stärksten Bäume wie Halme zerbrechen, die Thürme wanken, die Berge zittern, dann bebt ängstlich das verzagte Menschenherz, nur der Geist des auf Gott vertrauenden Menschen bleibt unerschüttert; denn er erkennt auch in empörten Elementen die segnende Hand seines himmlischen Vaters.

Ein solcher schrecklicher Sturmwind verheerte in der Mitte des Jahres 1780 alle Inseln im mexikanischen Meerbusen, besonders die brittischen Inseln Barbadas und Jamaica. Selbst in jenen Gegenden hatte man noch nie ein Beispiel ähnlicher Verheerungen. Die Schiffe, welche im Hafen vor Anker lagen, (wie ein Augenzeuge erzählt) wo sie sich in völliger Sicherheit glaubten, wurden von ihren Ankern gerissen, in die hohe See geworfen, und der Gewalt des Sturmes preisgegeben. Die Lage der Bewohner war eben so jammervoll. Häuser stürzten ein, und Bäume wurden aus der Wurzel gerissen. Menschen und Thiere irrten umher, oder wurden unter den Trümmern begraben. Die Hauptstadt der Insel Barbadas wurde fast dem Boden gleich gemacht. Die Zahl der Todten belief sich auf mehrere Tausende. Der Wind bließ mit solcher Gewalt, daß eine zwölfpfündige Kanone von einer Batterie zur andern, welche 300 Schritte voneinander entfernt waren, geschleudert wurde.

So wurde im Jahre 1680 in der Gegend von Warschau durch einen Orkan ein ganzer Kirchthurm mit allen Glocken bis zu einem ziemlich entlegenen Hause fortgeführt. In demselben Jahre führte ein ähnlicher Orkan in Frankreich einen Kirchthurm 100 Schritte weit fort, und warf mehrere Kirchen und Thürme um.

Im Jahre 1766 zerstörte ein Orkan in West-Indien auf der Insel St. Domingo sechs Kirchen von Grund aus, warf sechsundneunzig Schiffe auf den Strand, und mehrere hundert Menschen kamen dabei um ihr Leben.

Am gefährlichsten sind solche Orkane auf der See, besonders im Busen von Mexiko, an der Küste von Guinea, und am Vorgebirge der guten

Hoffnung; hier heißen sie Tornados (Travados), und Ochsenauge, und entstehen aus kleinen, schwarzen Wolken, welche sich bei stillem, heiterem Wetter zeigen, nach und nach den Himmel verfinstern, und den fürchterlichen Sturm herbeiführen, welcher fast alles niederreißet. Gewöhnlich dauert der Tornado zwei Stunden.

§. 456. Wenn zwei starke Winde einander entgegenblasen, so wird an dem Orte, wo sie zusammenstossen, der Staub nebst den Dünsten, die in der Luft schweben, in einem Kreise herumgetrieben, welches man einen Wirbelwind zu nennen pflegt, die oft in großer Stärke bei Gewittern entstehen, und nicht selten große Verwüstungen anrichten. Allemal steht bei einem Wirbelwinde eine Wolke oben, und die Elektrizität wirkt dabei mit. Solche Wirbelwinde sind auf dem Wasser und auf dem Lande sehr gefährlich. Auf dem Lande werfen sie zuweilen Gebäude nieder, reißen Bäume mit der Wurzel aus, und führen Menschen und Thiere, die im freien Felde sind, gewaltsam mit sich fort, ja sie zerstören in wenig Sekunden ganze Dörfer und Inseln, so daß man alsdann weder Häuser noch Vieh, weder Bäume, noch Anpflanzungen mehr sieht. So erhob sich am 15. August 1819 Nachmittags in der Gegend von Reichenthal, einem böhmischen Dorfe, ein schrecklicher Wirbelwind, der alles mit sich fortriß, und dreißig Häuser beschädigte. Bäume wurden mit der Wurzel aus der Erde gerissen und fortgeschleudert. Zwei Bauern, welche mit frischem Futterklee vom Felde nach Hause fuhren, wurden vom Wirbelwinde vom Wagen und den Ochsen, an welche sie sich fest anklammerten, weggerissen, in die Höhe gehoben, und in einiger Entfernung zur Erde niedergeworfen. Auch ergriff der Wirbelwind einen zehnjährigen Knaben mit den Schafen, die er

hütete, und man sah sie gruppenartig in der Luft, etwa eine Klafter über der Erde untereinander gauckeln. Im Sommer des Jahres 1820 zeigte sich in Ungarn eine ähnliche Naturerscheinung. Eine Wolke hing bis zur Erde hinab, und zog von dieser, wahrscheinlich durch Elektrizität, alles an sich. Mit einem heftigen Sturme rückte sie weiter fort, stürzte in den Weinbergen alle Mauern und Gebäude um, riß starke Bäume mit der Wurzel heraus, hob sie in die Höhe, und warf sie in beträchtlicher Entfernung wieder nieder. Zum Glücke hatte ihre zerstörende Bahn nicht über zehn bis zwölf Klaftern Breite, und berührte keine bewohnte Stelle. Diese Winde erstrecken sich oft in der Rundung kaum auf fünfzig Schritte; sie laufen auf der Erde hin, und reichen bis an die nächsten Wolken, indem sie alle leichte Sachen von der Erde in die Höhe wirbeln, wie eine Schraube.

§. 457. Was die Wirbelwinde auf dem Lande sind, sind die Wasserhosen oder Tropen auf der See. Sie entstehen, wenn eine Gewitterwolke in einer oder mehreren Spitzen sich niedersenkt, das Wasser unter ihr durch ihre starke Anziehungskraft hundert bis hundert und zwanzig Schuh im Durchmesser gleichsam in eine kochende Bewegung setzet, und eine dicke Wassersäule, aus welcher oft heftige Blitze fahren, trichterförmig in die Höhe hebet. Diese Wassersäule beweget sich fürchterlich brausend, und mit schneller, reißender Kraft, zerstöret Schiffe, stürmet, wenn sie nahe am Ufer entstehet, in das Land, verwüstet auch hier alles. Die Seefahrer feuern, um sich zu retten, Kanonen gegen diese Wassersäule ab, welches zu ihrer Zertheilung beiträgt. Ein solcher Wasserwirbel pflegt selten länger als eine Stunde anzuhalten. Bisweilen zieht sich eine solche Wasserhose, wenn sie

die See verläßt, noch eine Strecke in das feste Land hinein, und verwüstet alles, was sie hier erreicht.

§. 458. Die Landhosen haben Aehnlichkeit mit den Wasserhosen, und mit diesen gleichen Ursprung, indem sich die Wolkenmasse schnell trichterförmig zur Erde neiget, und in einem Wirbel, Staub, Steine, Sand ꝛc. mit sich fortreißet, welche dann, wie in einem Regen, wieder herunterfallen und großen Schaden anrichten. Im Jahre 1680 wurde in Frankreich von einer solchen Landhose ein ganzer Glockenthurm hundert Schritte weit fortgeführt. Eine ähnliche zeigte sich in der Nähe von Bourdeaux, einer Stadt im südlichen Frankreich, den 13. Oktober 1787 in den Morgenstunden. Die Einwohner jener Gegend, welche zum Theile in ihren Weinbergen arbeiteten, hielten sich verloren, knieeten angstvoll nieder und beteten, als sie das dumpfe Brüllen dieser schrecklichen Erscheinung, das Prasseln der Dächer, und das Krachen der Bäume vernahmen. Einen großen Eichbaum brach sie erst die Krone ab, und riß dann den mächtigen Baum mit der Wurzel aus der Erde heraus, zertheilte sich dann auf derselben Stelle, wo sie entstanden war, und die umliegende Gegend hatte nichts von ihr bemerkt. — In der kleinen Stadt Gistebnitz, in Böhmen, entstand den 10. Mai 1818 Nachmittags zwischen vier bis fünf Uhr bei einem Gewitter eine Landhose, die im Durchmesser über zwanzig Klafter faßte, und sich wirbelnd von der Erde bis an die tiefen Wolken empor hob. Diese Windhose wüthete fürchterlich in den Feldern, nahm Steine, Sand und Erde mit sich fort, und schleuderte alles, gleich Raketen, zischend in die Wolken. Dieses Toben dauerte fast fünfzehn Minuten. Endlich verwandelte sich diese Erscheinung in eine Staubwolke, die über genanntes Städtchen wegzog, Dä-

cher abdeckte, Bäume ausriß, und das Laub an den Bäumen versenkte. Dann folgte ein Regen von Sand, Baumästen, Staub, Getreide, Holz, Schindeln und Steinen, und unter Blitz und Donner wurde dieses schreckliche Schauspiel mit einem Hagel beschlossen, dessen zwei bis drei Pfund schwere Eisklumpen alle Dächer, Fenster und Felder zerschlugen.

§. 459. Sandwirbel, oder Sandsäulen zeigen sich nur in Africa's großen Sandwüsten. Sie steigen aus der sandigen Ebene oft so zahlreich auf, daß die Sonnenstrahlen dadurch verdunkelt werden, und erheben sich bis an die Wolken. Sie zerstreuen sich wieder auf verschiedene Weise und in verschiedenen Gestalten. Stürzen sie auf Reisende, so sind diese verloren. Ganze Karavanen finden unter diesen Sandsäulen ihr Grab.

§. 460. In manchen Ländern wehen oft gewisse Winde, die sehr bösartig und im Stande sind, den Menschen augenblicklich zu tödten. Dahin gehören: Der Sirocco in Italien, der Samum in Aegypten, Arabien und Persien, und der Harmattan in einigen Ländern von Africa.

§. 461. Der Sirocco ist ein sehr heißer, trockner Süd-Ostwind, und ist in Sizilien heftiger, als in Unteritalien; er erstreckt sich bis in die Schweiz, wo er Foen heißt. Auch in Spanien weht er, und führt da den Namen Solano. Er weht gewöhnlich in den heißesten Sommermonaten einige Tage hintereinander. Er scheint aus Africa über das mitelländische Meer zu kommen, daher die große Hitze, die er mit sich führt. Talg zerschmilzt, wie am Feuer, und die heitersten, gesundesten Menschen werden so abgespannt, daß sie in Melancholie verfallen; daher meiden die Bewohner zur

Zeit des Sirocco alle Luft, und ziehen sich in ihre Zimmer zurück, welche sie beständig mit Wasser anfeuchten, und dessen ungeachtet träufelt der Schweiß von den tödtlich ermatteten Gliedern.

§. 462. Der Samum oder Samiel weht vorzüglich in den Sandwüsten Arabiens und den nachbarlichen Ländern; er ist sehr heiß und höchst gefährlich. Er bringt einen feinen Staub mit, der durch alle Oeffnungen in den Körper eindringt, und sehr heftige Entzündungen verursacht. Eine Röthe am Himmel kündigt seine Ankunft an. Da er zum Glück eine Elle hoch von der Erde wehet, so werfen sich Reisende nieder, und bedecken das Gesicht, wo möglich, mit nassen Tüchern. Er wehet selten länger, als eine Viertelstunde, tödtet aber in dieser Zeit alles Lebende, was sich vor seinem Hauche nicht verbirgt. Die durch den Samum getödteten Menschen oder Thiere werden schnell schwarz, und die Gliedmassen lösen sich gleichsam von selbst ab. Ganze Karavanen gehen zuweilen in demselben zu Grunde. Dieser schreckliche Wind, dessen arabischer Name Gift bedeutet, ist mit einem starken Schwefelgeruche begleitet. Man glaubt daher nicht ohne Grund, daß er mit lauter schweflichten Theilen angefüllt sey.

§. 463. Der Chamsin ist ein heißer Wind, der in Aegypten zwei oder drei Tage um die Frühlings-Nachtgleiche wehet. Er scheint in seinen Eigenschaften dem Samiel ähnlich, doch weniger heftig zu seyn. Er ist brennend heiß, führt einen feinen Staub aus der Wüste mit sich, verdunkelt den Luftkreis, und erstickt Menschen und Thiere. Die Vögel flattern ängstlich schreiend in der tödtlichen Luft. Je länger er weht, um so entsetzlicher wird die Glut, und dringt in das Innerste der Häuser ein. Marmor, Eisen, Sand und

Steine sind brennend heiß, und alles Holzwerk spaltet sich. In tiefen Erdgruben suchen die Einwohner sich vor der unmittelbaren Berührung des Windes zu sichern. Reisende können sich nur mit Mühe durch nasse Tücher retten. Der Chamsin erscheint, indem er bei seinem Uebergange über das mittelländische Meer einen Theil seiner schädlichen Eigenschaften verloren hat, in Sicilien und Unter-Italien, als Sirocco.

§. 464. Der Harmattan ist auch ein africanischer Wind, welcher von Osten her über die Sandwüsten wehet. Seine Erscheinung gleichet unserem Höhenrauche (davon später), und aus diesem Dampfe fällt ein blauer Staub. Gewöhnlich wehet er drei bis fünf Tage, und versenget Gräser und Pflanzen. Er dringet ebenfalls in die Häuser, deßhalb suchen sich die Menschen in jenen Gegenden vor ihm zu verbergen. — Dennoch ist dieser Wind die größte Wohlthat für jene Gegenden, und zum Zweck des Ganzen unentbehrlich. Durch den anhaltenden Regen den Winter hindurch, drohen wegen der großen Feuchtigkeit und der Ueberschwemmungen, bei der furchtbaren Hitze, den Menschen Krankheiten und bösartige Fieber. Plötzlich tritt der heiße und austrocknende Harmattan ein, und in wenigen Tagen sind alle Pfützen versiegt, die allgemeine Nässe verschwunden, und alle schlimme Folgen der feuchten Jahreszeit mit einem Male gehoben. So muß ein scheinbares Naturübel zum Wohl und zum großen Segen des Ganzen gereichen. Je mehr wir daher Gottes weise und unveränderliche Weltgesetze erforschen, mit desto tieferem Erstaunen und dankbarer Rührung werden wir gegen den Anbetungswürdigen erfüllt, der auch im Sturmwinde segnet.

§. 465. Man hat durch verschiedene Mittel gesucht, die Geschwindigkeit der Winde zu messen. Durch diese Versuche ist ein Werkzeug entstanden, welches man Windmesser (Anemometer) heißt. — Der beste Windmesser ist ein Flügelrad, welches durch sein Umlaufen die Geschwindigkeit des Windes zeigt.

§. 466. Obschon die Winde zu Wasser und zu Lande oft großen Schaden (wie bereits erwähnt wurde) anrichten, so ist ihr Nutzen doch unendlich größer; denn sie reinigen die Luft, bewahren dieselbe vor Fäulniß, vermindern ihre Hitze oder Kälte, indem sie warme oder kalte Luft aus andern Gegenden herbeiführen; trocknen die Erde, und machen sie feucht, indem sie die Wolken, und dadurch den Regen allenthalben vertheilen; zerstreuen den Blumenstaub, wodurch die Bäume und Pflanzen befruchtet werden; bewegen das Wasser, daß es nicht faule; führen die Schiffe über das Meer, treiben die Mühlen, schütteln die Bäume, und befördern dadurch den Umlauf ihrer Säfte. Die Winde sind also nicht nur redende Beweise von der Allmacht Gottes, sondern auch von seiner Güte!

Von den wässerigen Erscheinungen.

§. 467. Unter die wässerigen Erscheinungen gehören: Thau, Reif, Regen und Hagel. Der Thau entsteht aus der Ausdünstung der Erde und der Pflanzen, die sich nach einem warmen Tage des Abends und die Nacht durch an die Körper anhängen. (So wie die Dünste in einem Zimmer sich an die Fensterscheiben anhängen, wenn die äußere Luft kälter als die innere ist.) Die während der Hitze aufgestiegenen Dünste gehen in die Luft über; des Nachts aber, wenn die Luft kälter ist, zersetzen sie sich wieder zu feinen Tröpfchen, und

hängen sich an das Gras und andere Pflanzen. — Doch nicht an alle gleich stark, weil sie nicht gegen alle gleiche Anziehungskraft haben. Die Zersetzung gehet nahe an der Erde vor; der Thau ist nichts von oben Herabfallendes, daher hängt er sich auch an Pflanzen, die mit einem Gefäße bedeckt sind. Glas, welches auf der einen Seite mit Staniol belegt ist, zieht gar keinen Thau an.

Diese und einige andere Beobachtungen führen auf die Vermuthung, daß auch bei der Bildung des Thaues Elektrizität mit im Spiele seyn müsse. — Die Ursache, warum es in manchen warmen Sommernächten gar nicht thaut, liegt in der höhern Temperatur der Luft. Die Dünste zersetzen sich alsdann nicht, sondern werden in die Luft aufgenommen. Gewöhnlich folgt den andern Tag Regen.

Je wärmer die Länder sind, und je seltener der Regen in denselben ist, desto häufiger fällt in solchen der Thau. In Arabien, wo die Tage wegen der schrecklichen Sonnenhitze brennend heiß sind, fällt am Abend so viel Thau, daß die Reisenden davon ganz durchnäßt werden.

Es gibt, nebst dem erquickenden Wasserthaue, noch zwei Arten des Thaues, nämlich den Honig- und Mehlthau.

Die Gewächse schwitzen nicht nur bloße wässerige Dünste, sondern auch oft einen klebrigen Saft aus. Dieser verhärtet, wenn die Luft trocken und die Hitze groß ist. Da dieser Saft einen etwas süßlichen Geschmack hat, so nennt man ihn Honigthau. Regnet es gleich nach dem Ausschwitzen der Pflanzen, so verliert sich dieser Saft bald wieder; bleibt es aber noch lange trocken und warm, so entstehen, besonders auf den Blättern der

Bäume, rothe Flecken, die man den Rost heißt. Befindet sich dieser Saft auf Küchengewächsen, z. B. auf dem Kohle, so entstehen unzählig viele kleine Würmchen, die wie weißlicher Staub aussehen, welcher Mehlthau genannt wird.

Der Mehlthau ist den Pflanzen, besonders dem Getreide, sehr schädlich, und die Thiere, die von den mit Mehlthau befallenen Pflanzen fressen, werden krank.

Der Honig- und Mehlthau kommen also aus einer bösartigen Ausdünstung der Pflanzen, zu welcher einige mehr, als die andern geneigt sind.

§. 468. Der Reif ist ein gefrorner Thau, der sich an Körper anhängt, deren Temperatur sehr niedrig ist. Bei plötzlich einfallendem Thauwetter sind die Steine der Mauern noch weit kälter, als die Luft, daher hängen sich die Feuchtigkeiten der letztern als Reif an die Steine. — Auch die gefrornen Fensterscheiben entstehen auf diese Art, indem sich die Dünste der feuchten Zimmerluft an die durch die äußere Luft erkälteten Fenster hängen und gefrieren. Auch die Blumen an einem gefrornen Fenster rühren davon her.

§. 469. Wenn sich die Dünste in der Luft abscheiden, ihre elastische, flüssige Gestalt verlieren, und wieder tropfbar flüssig werden, so erscheinen sie in Gestalt von kleinen Bläschen, und bilden den Nebel. (Bei niedriger Temperatur der Luft geht die Verwandlung der Dünste in elastischer Form gar nicht vor, also ist auch keine nachherige Zersetzung nöthig, sondern sie steigen sichtbar aus der Erde und dem Wasser, und bedecken das Land.) Im Frühling und Herbst, in der Gegend von Flüssen, Seen und Sümpfen entstehen die meisten Nebel. Auch hängen sie sich gern an Berg-

spitzen und waldigte Gebirge, weil diese die Dünste anziehen; daher das sogenannte Rauchen der Berge. Wenn der Nebel von der Sonne niedergedrückt wird, das ist, fällt er als ein starker Thau nieder, so erfolgt heiteres Wetter; denn die Luft hat sich verdünnt. Steigt dagegen der Nebel, so ist die Luft dichter geworden, worauf öfters Regen folgt. — In sumpfichten und nahe an der See gelegenen Ländern, z. B. Holland, entstehen zuweilen so dichte Nebel, daß man auch sehr nahe Gegenstände (und bei Nacht ein Licht auf einige Schritte) nicht mehr sieht.

§. 470. Nebel, die sichtbar in einiger Entfernung von der Erde schweben, bilden Wolken. Ein an einem Berge hängender Nebel erscheint, aus dem Thale angesehen, als eine in einem gewissen Raume begränzte Wolke. Wer den Berg hinabsteigt, geht durch diesen Nebel.

Da die Wolken aus einer Menge wässeriger und anderer verdickter Dünste bestehen, welche in der obern Luft schweben, so werden wegen ihrer Dichtigkeit die Sonnenstrahlen in denselben gebrochen und zurückgeworfen; daher die verschiedenen Farben der Wolken.

An ihrer Bildung und Gestalt haben die Winde einen großen Antheil. Ihr Abstand von der Erde ist nicht immer einerlei. In der größten Höhe sind sie dünn und gleichförmig verbreitet, aber durch Winde bekommen sie oft die Gestalt wie Flocken oder Streifen, und dann pflegt man sie Lämmerwolken zu nennen.

Wenn die Sonne zwischen Wolken durchscheint, und die Dünste zwischen denselben erleuchtet, so daß sie uns sichtbar werden, weil unser Auge sich im Schatten der Wolke befindet, und daher durch den Glanz der

Sonne nicht geblendet wird; so erscheinen die Dünste in Gestalt lichter Streifen, und es entsteht die Erscheinung, welche der gemeine Mann mit dem Ausdrucke bezeichnet: Die Sonne zieht Wasser. *).

Auf eben diese Art sieht man den Staub in einem dunklen Zimmer, wenn durch einen Lichtstrahl, den man durch eine kleine Oeffnung in das Zimmer hereinläßt, erleuchtet.

§. 471. Die Wolken am Himmel sind von sehr großem Nutzen; denn sie verursachen den wohlthätigen Regen, beschützen das Erdreich vor der heftigen Sonnenhitze, erleichtern dadurch nicht selten dem Wanderer seine Reise, und gewähren überdieß noch dem Menschen, der sie aufmerksam betrachtet, durch ihre unendlich abwechselnde Gestalt, mannigfaltigen Farben, und durch ihre verschiedenen Bewegungen ein sehr schönes Schauspiel und eine wahre Aufheiterung.

§. 472. Eine gewisse Art von Nebel ist unter dem Namen Höhenrauch oder Sonnenrauch bekannt, und besteht aus feinen, in der Luft zertheilten, nicht feuchten Dünsten, die zuweilen viele Tage lang sichtbar sind, ohne daß Regen erfolgt. Der Ursprung des Sonnenrauches ist noch nicht genau bekannt; man glaubt, daß er durch Erdbeben entsteht.

§. 473. Eine eigene Erscheinung, welche sich im Frühjahre und vorzüglich im Herbste bei warmen Tagen zeigt, und die hier nur beiläufig erwähnt wird, ist der

---

*) Bei dieser Erscheinung entsteht die optische Täuschung, als ob die Sonnenstrahlen, die doch beinahe parallel gegen die Erde gehen (§. 272), sehr stark divergiren.

sogenannte fliegende Sommer, oder Mädchen-Sommer. Wiesen und andere Aecker sind dann mit langen, weißen, seidenartigen Fäden überzogen, die viel Aehnlichkeit mit den Spinngeweben haben, und die, vom Winde fortgeführt, in der Luft herumfliegen, und sich an die Bäume, an die Kleider der Menschen u. dgl. anhängen.

Dieser fliegende Sommer ist das Gewebe gewisser Feldspinnen, die so klein, kaum von der Größe eines Stecknadelkopfes, und so geschwind sind, daß sie dem Beobachter, der kein scharfes Gesicht hat, fast immer unbemerkbar bleiben. Im Winter stecken diese Spinnen in den Wäldern zwischen den Baumrinden, kommen im Frühjahre hervor, und ziehen sodann in das freie Feld, wo sie die Insekten im Grase zu ihrer Nahrung aufsuchen. Auf dieser Reise spinnen sie jene Fäden mit einer solchen Schnelligkeit, daß sie von einem Orte zum andern gleichsam zu fliegen scheinen. Im Herbste, wenn sie sich wieder in die Wälder begeben, machen sie es eben so. Die zarten Fäden wickeln sich bei dem geringsten Luftzuge zusammen. Dadurch bilden sich dickere und längere Fäden, die dann von einem leichten Luftzuge fortgetrieben werden.

§. 474. Die große Menge von Dünsten, die beständig aus der Erde und aus dem Meere aufsteigen, vertheilen sich in der Atmosphäre. Wenn sie sich durch irgend eine Ursache schnell zersetzen, so bilden sich plötzlich Wolken, wie bei Gewittern, bei gewissen Winden ꝛc. Die Bläschen derselben ziehen sich an, verdichten sich, fließen zu Tropfen zusammen, und fallen als Regen herab. Daß bei der Entstehung des Regens Elektrizität wirksam sey, ist sehr wahrscheinlich. Man unterscheidet Strichregen, Landregen, Platzregen,

Wolkenbruch ꝛc. Der Landregen dauert oft sehr lange, und verbreitet sich über eine weite Gegend, indem sich immer wieder neue Regenwolken erzeugen, oder durch Winde aus den über dem Meere befindlichen Regionen des Luftkreises herbeigeführt werden.

Platzregen und Wolkenbrüche entstehen meistens bei Gewittern, wo sich eine auf einmal erzeugte Wolke in großen Strömen ergießet, und oft sehr verheerende Ueberschwemmungen und Austreten reißender Flüsse verursacht.

Nebst diesen Arten des gewöhnlichen Regens nennt man auch noch einige sogenannte Wunderregen, welche den Namen zu einer Zeit erhielten, in welcher man die natürlichen Erscheinungen zu wenig untersuchte.

Man bemerkt bisweilen, besonders im Frühjahre, beim Regen auf dem Wasser gelbliche Stäubchen, die das Ansehen eines Schwefels haben; allein dieses gelbe Wesen ist der feine Staub von den im Mai blühenden Fichten, Linden und andern Bäumen, den aber der Aberglaube in einen Schwefelregen umgeschaffen hat.

Der Blutregen besteht wirklich aus Blutstropfen, welche nicht aus den Wolken fallen, sondern von den sogenannten Buttervögeln herrühren. Diese Schmetterlinge lassen nach ihrer Verwandlung einen rothen Tropfen zurück, und wenn sie in Menge vorhanden sind, beschmutzen sie fast alle Blätter so sehr, als ob sie mit einem blutigen Regen besprenget wären. Daß Teiche oft roth aussehen, kommt von der Menge der Wasserflöhe her.

Der Feuerregen entsteht, wenn der Regen viele elektrische Materie mit sich herableitet, so daß es in der

Nacht scheint, als stürze Feuer vom Himmel. — Der Feuerregen läßt sich mit der Elektrisirmaschine sehr schön nachahmen, wie die Versuche auch zeigen.

Vorzüglich wunderbar scheint uns der Froschregen zu seyn. Man findet bisweilen zur Zeit eines überstandenen Gewitters Frösche auf Bäumen und Dächern der Häuser. Wahrscheinlich sind sie aus den Gewitterwolken herabgefallen, die zuerst von der Erde durch elektrisirte Gewitterwolken, gleichsam als eine ungeheure Elektrisirmaschine, emporgezogen worden sind.

Der Korn- und Waizenregen ist nichts anders, als das Niederfallen der vom Sturme fortgeführten Korn- und Waizenkörner.

Der Sandregen entsteht, wenn eine (elektrische) Gewitterwolke über Sandwüsten, oder über andere Sandgegenden sich hin bewegt. So zieht sie oft den Sand in Gestalt einer dicken Säule an sich, und läßt ihn bald darauf wieder fallen.

Der Steinregen, d. i. das Herabfallen einzelner Steine, und auch einer Menge zu gleicher Zeit, ist oft beobachtet worden. Es ist erwiesen, daß oft Steine hoch aus der Luft, gleichsam als Regen, herabgefallen sind, und von Zeit zu Zeit noch immer herabfallen. Das Herabfallen selbst ist meistens mit einem donnerähnlichen Getöse verbunden, und die Steine selbst, welche nach dem Herabfallen gefunden wurden, tragen alle Spuren des Feuers an sich, und sind alle von einerlei Art. Eisen ist ihr Hauptbestandtheil.

Bei jedem Steinregen sieht man zuerst in der Luft eine Feuerkugel, die mit einem Knalle zerspringt und herabfällt, und wer sie nach dem Herabfallen aufheben wollte, fand sie immer glühend heiß.

Der größte unter allen bis jetzt bekannten aus der Luft gefallenen Steinen fiel i. J. 1492 zu Ensisheim, in Elsaß, herab, war zugleich mit einem Erdbeben begleitet, das in der Schweiz verspürt worden ist; er wog 260 Pfund. Im Jahre 1803 fiel in Frankreich eine ungeheure Menge von 2 bis 3000 Steinen herab, von denen einige 18 Pf. wogen. So wird in Wien ein solcher Stein, von 61 Pf. an Gewicht, aufbewahrt, der in Slavonien durch eine zerplatzte Feuerkugel neun Ellen tief in die Erde geschleudert, und unmittelbar darauf, durch die gewaltsame Zerreißung des Bodens entdeckt worden war. In Spanien 1811, in Deutschland 1812 und 1813 sind Feuerkugeln und herabgefallene Steine bemerkt worden.

Den Seefahrern sind sie ebenfalls nicht fremd. Man nennt solche aus der Luft herabgefallene Steine Mondsteine, auch Planeten- und Meteorsteine, auch Aerolithen, und glaubt, daß sie in der Atmosphäre selbst aus allerlei aufgestiegenen irdischen Stoffen durch eine uns unbekannte Art gebildet werden. Da Steine und Metalle durch Verbrennung in Rauch und Luft verwandelt werden können, so können sich auch wieder Luftarten durch eigene Mischungen in feste Körper zusammenziehen, und als Steine und Metalle vom Himmel herabfallen.

Der Regen reiniget die Luft von schädlichen Dünsten, bringt Kühlung, erquicket das Pflanzenreich, macht den Boden fruchtbar, indem er demselben auch viele öhlige, salzige und schwefelige Theilchen zuführt; gibt den Quellen, Bächen und Flüssen Nahrung, überhaupt dem festen Lande Wasser, und ist also ganz unentbehrlich.

§. 475. Gefriert der Regen, so entsteht der Schnee. Dieser zeichnet sich durch seine mannigfaltigen, regel-

mäßigen Figuren aus. Er enthält nichts von Salpeter. Der Erde dient er zu einem Schutze gegen die Kälte, so wie er auch das beste Mittel zur Wiederherstellung erfrorner Gliedmaßen, und zur Wiederbelebung erfrorner Geschöpfe ist.

§. 476. Einen noch höhern Grad von Kälte setzt der Hagel voraus; da er aber fast ausschließend in der wärmern Jahreszeit entsteht, so ist es schwer, die Entstehung dieser Kälte zu erklären. Ist sie die Folge eines besondern chemischen Prozesses in der Luft, oder wird sie durch die beschleunigte Verdünstung der Regentropfen während ihres Herabfallens hervorgebracht?

Gemeiniglich ist der Hagel der Begleiter eines heftigen Gewitters. Je größer die Hitze ist, desto größer sind die Hagelkörner, die Hagelwolken gehen sehr niedrig, und sehen sehr dunkel aus; auch bricht ein Hagelwetter nur bei Tage und mit Getöse in der Luft aus. Bisweilen ist die Menge und Größe des herabfallenden Hagels außerordentlich, und eben daher die Wirkung desselben fürchterlich. Das Geprassel, welches man in einer daherziehenden Hagelwolke hört, wird, nach der gewöhnlichen Meinung, durch das Aneinanderschlagen der Hagelkörner verursacht. Andere leiten es von einer Luftzersetzung her, die mit dem chemischen Prozeß der Bildung des Hagels verbunden ist. Der im Frühjahre und Herbste öfters in kleinen leichten Körnchen herabfallende ist der sogenannte Graupenhagel.

Von den glänzenden Lufterscheinungen.

Dahin gehören: die Morgen- und Abenddämmerung, die Morgen- und Abendröthe, der Re-

genbogen, der Hof um die Sonne und den Mond; die Nebensonnen und die Nebenmonde.

§. 477. Wenn die Sonne des Morgens noch unter dem Horizonte ist, so wirft sie ihre Strahlen schon in den obern Luftkreis und erleuchtet ihn, und man sagt: der Tag grauet. Dieser lichte Schein steigt am Himmel höher, bis die Sonne ganz über dem Horizonte erscheint, und der volle Tag anbricht. Des Abends, wenn die Sonne schon unter dem Horizonte ist, wirft sie ihre Strahlen ebenfalls noch in den Luftkreis, und erleuchtet ihn. Je tiefer die Sonne unter den Horizont kömmt, desto kleiner wird dieser lichte Schein, bis er endlich ganz verschwindet, und die Nacht einbricht. Diese Erscheinung heißt die Morgen- und Abenddämmerung.

Weise und gütig ist die Einrichtung des Schöpfers, weil dadurch unser Auge nach und nach an die Abwechselung des Lichtes und der Finsterniß gewöhnt wird. Ein schneller Uebergang vom hellen Tage in die Dunkelheit der Nacht, oder umgekehrt, würde unsere Augen blenden, und schädlich seyn.

§. 478. Wenn um die Zeit der Morgen- und Abenddämmerung die Luft mit vielen, besonders wässerigen Dünsten angefüllt ist, so brechen sich diese Sonnenstrahlen in denselben, und verursachen die Morgen- und Abendröthe. Die Verschiedenheit der Wolkenstellung verändert die Farben der Morgen- und Abendröthe oft auf eine sehr mannigfaltige Art wegen der Dunkelheit und wegen des Schattens der Wolken. Indessen ist gelb und roth die eigentliche Farbe dieser Erscheinung.

Die in unsere Atmosphäre aus dünneren in dichtere Luftschichten hinschießenden Sonnenstrahlen kommen durch

die wiederholte Brechung in diesen verschiedenen Schichten schief zu unsern Augen, und in den Dunsttheilchen werden sie zugleich in ihre farbigten Theile gespalten. Aber nur die rothen und gelben Theile gelangen in unser Auge; alle übrigen fahren in einer solchen Richtung durch die Atmotsphäre, daß sie unsere Augen nicht treffen können.

§. 479. Der Regenbogen, diese schöne Lufterscheinung, entsteht, wenn der Regen voraus, und die Sonne hinter uns im Rücken, aber nicht hoch steht, so, daß die Lichtstrahlen aus der Sonne in die Regentropfen, und von da wieder zurück in unser Auge fallen. Daraus folgt nun:

1) Daß man im Sommer nie des Mittags, wo die Sonne hoch steht, sondern nur Morgens und Abends einen Regenbogen sehen kann.

2) Daß die Regenwolke der Sonne immer gegenüber stehen muß; daher können wir Vormittags den Regenbogen nur gegen Westen und Nachmittags gegegen Osten sehen.

3) Die bogenförmige Gestalt des Regenbogens rührt nicht von der runden Gestalt der Sonne, sondern von der kugelförmigen Gestalt der Regentropfen her, wobei die Strahlen von allen Seiten der Regenwand unter dem nämlichen Winkel in das Auge zurückgeworfen werden.

Ueber dem Hauptregenbogen erscheint öfters noch ein zweiter Regenbogen, den man den Nebenregenbogen nennt. Er ist nicht der Widerschein des Hauptregenbogens, ob er gleich die Farben in umgekehrter Ordnung enthält, sondern er wird ebenfalls durch eine Brechung und Zurückwerfung der Sonnenstrahlen in den

Regentropfen hervorgebracht. Ist die Regenwolke nicht groß genug, oder ist sie durchbrochen, so erscheint auch der Regenbogen nicht vollständig. — Ein kleines Stück desselben nennt man eine Regen- oder Wettergalle. Da die Lichtstrahlen nur unter bestimmten Winkeln der Brechung jene Farben geben, so sieht man an jeder andern Stelle einen andern, und jeder Mensch hat von seinem Standpunkte aus seinen besondern Regenbogen.

Anmerkung:

So oft ein Regenbogen entsteht, wähnt der Aberglaube, es soll ein goldenes Schüsselchen aus ihnen herunterfallen. Welche Albernheit! Wenn ein jeder Regenbogen ein solches Schüsselchen fallen ließe, so müßten ihrer mehr auf Erden seyn, als Steine; denn wie viele Regenbogen wird es seit Erschaffung der Erde schon gegeben haben! — Die Regenbogenschüsselchen sind wahrscheinlich alte Münzen, vielleicht auch Dinge, die man vor Alters als Zierathen gebraucht hat, und hie und da nun gefunden werden.

Die Farben des Regenbogens stehen in folgender Ordnung: Violet, Indigblau, Himmelblau, Grün, Schwefelgelb, Pommeranzengelb und Roth.

Je dunkler die Wolke ist, welche hinter dem Regenbogen steht, und je dichter die Regentropfen sind, welche herabfallen, desto lebhafter sind auch die Farben des Regenbogens. Fehlt eines von diesen beiden, so erscheint der Regenbogen auch nur schwach. Mit dem Regen verschwindet auch der Regenbogen.

Bei dem Vollmonde läßt sich auch zuweilen des Nachts ein Regenbogen sehen, welcher aber sehr schwache

Farben zeigt, da der Mond selbst nur ein geborgtes Licht hat.

§. 480. Der Hof um die Sonne oder um den Mond ist ein leichtender Kreis, welcher sich nicht wirklich an diesen Weltkörpern befindet, sondern durch Brechung der Lichtstrahlen in unserer Atmosphäre entsteht, wenn diese mit vielen wässerigen Dünsten angefüllt ist; zuweilen erblickt man mehrere Höfe um die Sonne oder um den Mond.

Ein Licht in einem Nebel macht uns eine ähnliche Erscheinung. Nach der Erscheinung dieser Höfe, die verdickte Luft sind, ist Regen die Folge derselben.

§. 481. Auch die Erscheinungen der Nebensonnen und Nebenmonde befinden sich ebenfalls nicht bei der Sonne oder dem Monde, sondern nur in unserer Atmosphäre, wenn nämlich die Dünste, durch welche wir die beiden Weltkörper erblicken, gefroren, oder so dicht und eben sind, daß sie das Bild der Sonne oder des Mondes spiegelartig auffangen, und auf uns zurückwerfen können; so sehen wir mehrere Sonnen oder Monde. Oefters bemerkt man zwei bis drei, seltener sechs bis sieben. Selten sind aber diese Bilder deutlich ausgedrückt. Man sieht sie in allen Jahreszeiten, nur im Sommer nicht, an hellen kalten Morgen oder Abenden. Gewöhnlich folgt Schnee oder Hagel auf eine solche Erscheinung, woraus sich die Erscheinung auch erklären läßt. — Im Jahre 1661 den 20. Februar um 11 Uhr Vormittag wurden sieben Sonnen auf einmal gesehen. Solche Erscheinungen dauern niemals lange, sondern verschwinden oft schon nach etlichen Minuten. Daß viele Menschen eine solche Erscheinung mit höchster Bewunderung, auch wohl mit Zittern und Beben betrachten, läßt sich leicht denken.

Von den feurigen Lufterscheinungen.

§. 482. Während die glänzenden Lufterscheinungen bloß von der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen herrühren, so rühren die feurigen von einer wirklichen Entzündung her, wobei das elektrische Feuer vorzüglich mitwirkt. Es gehören dahin: Der Blitz oder das Gewitter, das Wetterleuchten, die Wetterlichter, die Irrlichter oder Irrwische, die Sternschnuppen, die Feuerkugeln, der fliegende Drache, das Nordlicht und das Zodiakallicht.

§. 483. Das Gewitter ist eine erhabene, oft fürchterliche, elektrische Erscheinung, die gewöhnlich im Sommer nach anhaltend warmer Witterung und schwüler Luft entsteht. In andern Jahreszeiten ist sie weit seltener. In einigen Gegenden der heißen Zone entstehen fast täglich Gewitter.

Der Dunstkreis nimmt eine weißliche Farbe an, woraus sich bald dicke Wolken bilden, aus denen Blitze fahren. Da diese Feuermasse sich sehr schnell in Zickzack bewegt, so erscheint ihre ganze Bahn als ein aneinanderhängender, vielfach gebogener Strahl, nachher folgt der Donner, der ganz in der Nähe gehört, nur ein einfacher Knall ist, in der Ferne aber als ein lang anhaltendes Rollen gehört wird, wovon die Ursache zum Theile in dem vielfachen Wiederhalle zu suchen ist. Lange anhaltender Donner scheint öfters von fortdauernden Zersetzungen der Luft in der Gewitterwolke herzukommen. — Aus der Länge der Zeit, die zwischen Blitz und Donner verstreicht, kann man die Entfernung der Gewitterwolke ohngefähr bestimmen (§. 175). — Von der Gewitterwolke her wehen heftige Sturmwinde nach

allen Seiten hin. Bald darauf erfolgt ein starker Regenguß, zuweilen ein Wolkenbruch, und nicht selten Hagel.

§. 484. Franklin ließ bei schwüler Gewitterluft einen papiernen Drachen mit Metallspitzen fliegen, der an einer Schnur, worin Drath als Leiter der Elektrizität geflochten, befestigt war. Daran zeigte sich starke Elektrizität. — Professor Richmann wurde in Petersburg im Jahre 1753 den 6. August von einem Blitze erschlagen, als er sich einer isolirten eisernen Stange zu sehr näherte, die er während eines Gewitters aufgestellt hatte, um die Stärke der Elektrizität zu beobachten.

Andere Erfahrungen, welche die elektrische Natur des Gewitters beweisen, sind:

1) Der Blitz geht, wie der elektrische Funke an einem Conductor, schlangenweise durch die Luft.
2) Beide Funken werden durch Metalle am besten geleitet.
3) Auch Flüssigkeiten leiten beide am besten, daher fährt der Blitz häufig an nassen Wänden herab, oder zwischen dem Baumstamme und seiner Rinde.

§. 485. Aus diesen und ähnlichen Gründen ist es gewiß, daß der Blitz als ein starker elektrischer Funke anzusehen ist. Einige Blitze fahren aus einer Wolke nach einer andern hin, andere schlagen nach der Erde, in hohe Bäume, Thürme, in Wasser ꝛc. — Das elektrische Gleichgewicht zwischen zwei Wolken wechselweise, oder zwischen einer Wolke und der Erde, ist aufgehoben, indem durch Näherung einer Wolke die + E und — E vertheilt werden. Bei fernerer Näherung vereinigen sich

+ E und — E der Körper, wo ein Funke, der Blitz, entsteht. Die schnelle Ausdehnung der Luft verursacht den Donner (so wie im Kleinen das Knistern des Funkens bei einer Elektrisirmaschine). — Daß dabei eine plötzliche Zersetzung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas vorgehe, ist sehr wahrscheinlich. — Daher:

1) Die Menge von Regenwasser, die sich plötzlich erzeugt. Wenige Stunden vorher sah man noch keine Wolke, nun strömt das Wasser in großen Platzregen und Wolkenbrüchen herab.

2) Plötzliche große Abkühlung der Luft; daher die Entstehung des Hagels.

3) Da, wo sich eine Luftmasse in wässerigte Stoffe zersetzt, entsteht plötzlich ein luftleerer Raum, wohin andere Luft zuströmt; daher die starken Stürme und Wirbelwinde, wovon schon gesprochen wurde.

§. 486. Auf Winklers Erklärung, daß der Blitz ein elektrischer Funke sey, baute Franklin die Idee, ihm durch Metall eine ungefährliche Bahn anzuweisen, und so entstand sein Blitzableiter *) im Jahre 1752. Viele Millionen wurden seitdem an und in Gebäuden erhalten, die außerdem das Feuer verzehrt haben würde. Das Wesentliche desselben besteht in einer ununterbrochenen, aber vom Hause isolirten Metallführung vom

*) Die Blitzableiter sind eine sehr nützliche und wohlthätige Erfindung, und es ist sehr zu loben, daß gegenwärtig fast alle öffentliche Gebäude und viele andere Privathäuser einsichtsvoller Hauseigenthümer mit Blitzableitern versehen sind; dagegen würde es sehr zu tadeln seyn, wenn irgendwo ein öffentliches Schul- oder Schauspielhaus mit keinem Blitzableiter versehen wäre.

Gipfel des Gebäudes bis zum Erdboden, welche bewirken soll, daß die niederschlagende + E des Blitzes die zu ihrer Sättigung erforderliche — E nicht im Gebäude, sondern im Erdboden selbst aufsuche. Richtig angelegt, zieht er den Blitz nicht herab, wie Manche besorgen, macht aber denjenigen unschädlich, welcher ohnedieß treffen würde.

§. 487. Die meisten gegenwärtig aufgestellten Wetterableiter sind Franklinische Wetterableiter mit Stangen. An dem Forste eines Gebäudes sind an beiden Enden Eisenstangen senkrecht eingesetzt, so daß sie von einem isolirten Kitte aus Pech, Asche und Leinöhlfirniß im Holze festgehalten werden. Sie erheben sich wenigstens zwei Fuß hoch über das Dach. Ganz oben theilen sie sich in Spitzkreuze. Die Spitzen werden des Rostens wegen verkupfert, verzinnt, oder vergoldet. Zu ein Fuß Höhe sind die Stangen durch Eisen- oder Messingdrath von der Dicke eines Federkiels verbunden. Dieser Drath wird an der Hintermauer des Gebäudes über nicht ableitende Stützen herabgeleitet bis zum Erdboden. Es ist nicht nöthig, ihn in einen Brunnen zu führen; doch leitet man ihn gern von der Grundmauer des Gebäudes ab in feuchten Boden. Hier endet er mit einer starken Eisenstange, welche sich in mehr Spitzen theilen kann, und stark verzinnt wird.

§. 488. In neuern Zeiten sind Plattenableiter zum beständigen Schutze der Gebäude mehr in Gebrauch gekommen. Man belege die obere Dachkante an beiden Seiten des Daches, wie auch um die Schornsteine her, mit Bleiplatten von drei Zoll Breite und ein Viertelzoll Dicke, welche durchbohrt und mit Leinöhl getränkten hölzernen Zapfen angeschlagen werden. Dieselbe Leitung wird an einer Ecke der Hinterseite herab-

geführt, und zu einer Bleistange verdickt, welche drei bis fünf Fuß tief in den Erdboden hinabgeht. Mit Blei, Zink oder Kupfer gedeckte Gebäude bedürfen der obern Vorrichtung nicht; aber desto nothwendiger ist es, an mehreren Ecken die Leitung bis zum Erdboden herabzuführen, weil sie außerdem täglich in Gefahr stehen, zertrümmert zu werden.

Wohlfeiler und eben so wirksam sind Blechableiter. Drei Zoll breite Streifen von Weißblech werden zum Anschlagen mit Löcher versehen, und dann nochmals verzinnt, um die ganze Fläche, vornehmlich die Ränder und Löcher, vor dem Rosten zu bewahren. Sie werden wie Dachrinnen zusammengelöthet, dann aber in derselben Form, wie Bleiplatten, mit gedhlten Zapfen angeschlagen. Da, wo die Leitung in den Erdboden geht, setzt man verzinnte Eisenstangen an. Dachrinnen, welche das Regenwasser in Röhren herabführen, können zugleich als Blechableiter benutzt werden, wenn das untere Ende der Röhre durch eine Eisenstange mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt wird. Wo aber dieß nicht geschieht, vermehren sie die Gefahr, indem der Blitz dann leicht zum Erdstocke überspringt.— Der Wirkungskreis eines Ableiters erstreckt sich nicht über 60 bis 70 Schuh.

§. 489. Außerdem hat man auch Mittel gesucht, Felder vor Hagelschlag zu bewahren, welcher nur zu oft starke Gewitter begleitet. Im südlichen Frankreich versuchte der Marquis von Chevriers auf seinen Gütern diesen Zweck durch Pulverdampf zu erreichen, und das mit glücklichem Erfolge. Beim Herannahen der leicht zu erkennenden Hagelwetter ließ er Böller abfeuern, die jedesmal mit einem Pfund Pulver geladen wurden. Viele Gemeinden haben sein Vorhaben nachgeahmt,

und seit 1790 beibehalten, ohne die Kosten des Pulververbrauches zu scheuen, weil die Erfahrung zeigte, daß sie dabei von den Hagelschäden der Umgegend verschont blieben.

Auch große, auf Bergen angezündete Feuer sind bewährte Mittel, Blitz und Hagel abzuhalten.

Die gegen die Blitzableiter bestandenen Vorurtheile sind glücklich verschwunden, und bedürfen daher keiner weitern Wiederlegung.

§. 490. Die Verhaltungsregeln bei einem Gewitter, die dahin zielen, die eigene Person des Menschen vor dem Blitze zu sichern, da das größere Sicherheitsmittel in den Blitzableitern schon angegeben wurde, sind:

1) Man meide bei nahem Gewitter Wände, Schornsteine und Oefen; denn der Blitz verläßt gern, als elektrischer Funke, schlechtere Leiter, dergleichen Holz und Steine sind, und geht in bessere, unter welche der menschliche Körper wegen seiner Feuchtigkeit gehöret, über.

2) Wähle man zur Zeit des Gewitters das geräumigste und höchste Zimmer seines Hauses zu seinem Aufenthalte, und setze sich in der Mitte des Zimmers auf einen Stuhl vom trocknen Holze. (Sitze, welche durch gläserne Füße isolirt sind, sind noch besser.)

3) Dulde man keine nassen Kleider auf seinem Leibe; denn diese ziehen mehr an (wird der Mensch wirklich getroffen, so wird zwar der Schlag durch nasse Kleider geschwächt, indessen vergrößern diese doch die Gefahr, getroffen zu werden, und sind also zu entfernen); die besten Kleidungsstücke sind die von Seide oder Wolle.

4) Oeffne man selbst unter dem Wetter ein Fenster, oder die Thüre des Zimmers, damit, wenn der

Strahl in das Zimmer fahren sollte, die schwefelichten Dünste den Menschen nicht ersticken. Man hat noch kein Beispiel, daß der Blitz durch eine offene Thüre oder durch ein offenes Fenster in das Zimmer geschlagen hat.

5) Halte man sich von allen Metallen frei, z. B. von Spiegeln und Bildern, mit vergoldeten Rahmen, Uhren, eisernen Gittern, Klavieren u. s. w. Trage auch kein Metall bei sich. — In der Kirche entferne man sich von der Orgel.

6) Vermeide man in einem Zimmer eichene Komoden, Tische, Stühle, weil dieses Holz den Blitz sehr anzuziehen scheint.

7) Bleibe man nicht in einem Zimmer, in welchem sich viele Personen befinden; denn hier ist durch viele Ausdünstung die Luft feucht, und zieht den Blitz an.

8) Zu Nachts verlasse man bei einem nahen Gewitter das Bett. Im Bette ist der Mensch wohl mit Nichtleitern umgeben; doch der ängstliche, sich unter der Decke erhitzende Körper biethet dem Blitze an der aufsteigenden Dunstseile einen guten Leiter dar.

9) Verlösche man das Feuer auf dem Herde; denn feuchte Luft, Rauch ꝛc. leitet den Blitz.

10) Wer sich während eines Gewitters auf der Gasse befindet, stelle sich ja nicht an Wände, oder unter Thorwege, oder an Dachrinnen; denn diese Stellungen sind durch das Herabfahren des Blitzes gefährlich. Am sichersten ist man in der Mitte der Gasse.

11) Befindet man sich auf dem freien Felde, so entferne man sich von allen großen Körpern, vorzüglich von Eichen und Weiden und andern Bäumen, besonders, wenn sie oben noch dürre Zacken

haben. Man trete nicht zu nahe an Teiche oder andere Wasser, weil alle diese Körper den Blitz an sich ziehen.

12) Man vermeide bei einem Gewitter jede Erhitzung, jede schnelle Bewegung, als Laufen. Reiten, Fahren; denn dieß ist gefährlich.

13) In einem Walde sehe man einen freien Platz zu erreichen, besonders entferne man sich von den höchsten Bäumen.

14) Schließlich ist noch zu bemerken, daß das Glockenläuten, wenn das Gewitter gerade über dem Thurme schwebet, vorzüglich für die Läutenden gefährlich ist.

Im Jahre 1783 wnrden innerhalb drei Monaten in Deutschland und Frankreich 96 Personen erschlagen. Man ist jetzt, wenigstens in großen Städten, von diesem gefährlichen Läuten abgekommen, wozu polizeiliche Vorschriften wohlthätig beigetragen haben; ein gleiches wird auch schon ziemlich auf dem Lande beobachtet.

Wenn Menschen vom Blitze erschlagen wurden, so ist ihr Tod entweder durch Erstickung erfolgt, oder durch eine allgemeine Erschütterung der Nerven des Gehirns und des Rückenmarkes. Zuweilen sind solche Menschen nur scheintodt; sie können dann ins Leben zurückgerufen werden, wenn man sie sogleich in frische Luft bringt, sie, nach dem Entkleiden, mit kaltem Wasser begießt, sie bürstet, reibt und kitzelt, ihnen frische Luft in die Lunge bläst, und andere zweckmäßige Wiederbelebungsmittel anwendet, wie ein geschickter Arzt sie bei dergleichen Fällen schon angeben wird.

§. 491. Ein Blitzen ohne Donner nennt man ein Wetterleuchten. Es ist noch zweifelhaft, ob das Wetterleuchten nicht von einem entfernten Gewitter herrühre; indessen ist es doch wahrscheinlicher, daß es eine eigenthümliche Erscheinung sey, die aus einem

Uebermaße von Elektrizität in den Wolken entsteht. Nicht selten ist das Wetterleuchten mit einem wirklichen Gewitter verbunden.

§. 492. Eine andere elektrische Erscheinung ist das St. Elms-Feuer. Dieß besteht in einem Lichte oder kleinen Flämmchen, das sich an hohen, spitzigen Gegenständen, z. B. an den Mastbäumen, Thurmspitzen u. dgl. zeigt, und wahrscheinlich von einer starken Elektrizität der Luft herrührt. Bisweilen bemerkt man diese Erscheinung auch an niedrigen Gegenständen, z. B. den Ohren der Pferde, der Spitze eines Hutes; sie ist aber nicht gefährlich.

§. 493. Wenn man am Abende eines warmen Sommer- und Herbsttages über sumpfigte Wiesen geht, oder überhaupt in die Nähe von solchen Oertern kommt, wo oft thierische Theile, Pflanzentheile ꝛc. in Fäulniß übergegangen sind, z. B. in die Nähe von Kirchhöfen, Schindangern u. dgl., so sieht man an diesen Plätzen oft Lichter und Flämmchen hin- und herziehen, auch lustig auf und niederhüpfen. Mann nennt diese feurigen Erscheinungen Irrlichter, und wenn sie groß sind, Irrwische. Unwissende und abergläubische Menschen hielten sie nicht selten für Geister mit Laternen, welche die Wanderer, wenn diese auf sie losgingen, von ihnen immer weiter entfernten und sie endlich in Gräben, Sümpfe u. dgl. lockten. Wirklich fliehen die Irrlichter auch diejenigen, welche sie erhaschen wollen, und nicht selten gerathen auch die Verfolger derselben in Gräben und Sümpfe.

Die Irrlichter und Irrwische bestehen aus einer eigenen brennbaren Luft, welche nicht bloß im Dunkeln leuchtet, sondern sich auch in der Wärme von selbst entzünden kann. Diese Luft, welche man gephosphortes Wasserstoffgas (oder Phosphor enthaltende brennbare Luft) nennt, entwickelt sich aus faulen thierischen Theilen und aus faulen Pflanzen. Deß-

wegen zeigen sich diese Erscheinungen auch auf Schlachtfeldern, auf Kirchhöfen, auf Schindangern, wie schon bemerkt wurde.

Diese leuchtende Luft, woraus die Irrlichter bestehen, ist leichter als unsere atmosphärische Luft; daher werden diese in unserer Luft gleichsam schwimmend erhalten, und fallen nie zur Erde. Nur wenn sie sich entzünden, so sinkt der Rückstand nach dem Verbrennen, in Gestalt eines Froschlaichs, auf den Boden hinab. Das Hüpfen der Irrlichter ist ebenfalls aus ihrer Leichtigkeit zu erklären, weil sie das Spiel jedes, auch des leisesten Windes sind. Ihr Fliehen vor Menschen, die sie verfolgen, geschieht auch nur deßwegen, weil die auf sie zugehenden Menschen immer einen Luftstoß bewirken, der sie von den Menschen hinwegtreibt. Schon durch den bloßen Hauch werden sie fortgestossen. Daher kommt der Glaube, daß sie fliehen, wenn man auf sie zugeht. — Es hat übrigens schon so große Irrwische gegeben, daß man sie in der Ferne für eine Feuerbrunst hielt.

Leuchtende Johanniswürmchen und andere leuchtende Insekten, welche man mitten im Sommer sehr häufig in Wäldern und Gärten sieht, hat man auch oft für Irrlichter gehalten. Diese Insekten sind oft in so großer Menge, gleichsam Klumpenweise, beisammen, daß sie ein sehr helles Licht um sich her verbreiten. Die leuchtende Stelle der Johanniswürmchen ist unter dem Bauche. Der leuchtende Stoff, welcher sich daselbst befindet, ist phosphorigter Art, wie bei den Irrlichtern. — Leuchtende elektrische Stoffe (irgendwo ausströmende elektrische Strahlenbüschel), die man etwa in der Ferne sieht, werden gleichfalls nicht selten für Irrlichter gehalten.

§. 494. Wenn man in heitern Frühlings-, Sommer- und Herbstnächten, besonders nach einem schwülen Tage, einige Zeit hindurch den gestirnten Himmel be-

trachtet, so sieht es oft aus, als wenn ein Stern vom Himmel fiele, nnd mit Pfeilschnelligkeit, oft mit einem Schweife hinter sich, durch die Luft flöge. Diese Erscheinung nennt man Sternschnuppen, weil man ehedem glaubte, die Sterne (welche man als große Lichter betrachtete) putzen sich eben so, wie Landleute ihre Lichter mit den Fingern putzen, und den leuchtenden Schnuppen zu Boden werfen.

Diese Sternschnuppen, welche in manchen warmen Nächten sehr häufig zu sehen sind, sind höchst wahrscheinlich nichts, als hoch in unserer Atmosphäre zusammengetriebene brennbare und phosphorhaltende Luft (gephosphortes Wasserstoffgas). Wenn diese sich von selbst entzünden, welches gar leicht geschieht, so schießt der entzündete Soff (den wir in unserer Einbildung so weit von uns, als die Sterne setzen) bald schneller, bald langsamer, oft mit einem Schweife durch die Atmosphäre. Größtentheils verschwinden sie in der Atmosphäre wieder; bisweilen fallen sie auch auf die Erde herab, wo sie dann bald erlöschen. Sieht man nun einen Sternschnuppen in der Richtung eines Sternes herabfallen, so scheint es, als wenn das Licht des Sternes ausgelöscht wäre (weil der Glanz des Sternschnuppens auf einige Augenblicke unsere Augen blendet). Da manche Sternschnuppen den Beobachtungen zu Folge in einer Sekunde vier bis sechs Meilen fortfliegen, so müßten diese zwanzig bis dreißig Meilen weit von uns entfernt seyn; daher einige Physiker dafür halten, daß die Sternschnuppen gar nicht in unserer Atmosphäre ihren Ursprung haben. — Eben diese Ungewißheit herrscht auch in Ansehung der Feuerkugeln, die man sonst auch fliegende Drachen genannt hat. Mit diesen Feuerkugeln scheint eine andere Erscheinung in naher Verbindung zu stehen, nämlich das Herabfallen von Steinen aus der Luft, wovon schon gesprochen wurde.

Eine merkwürdige Feuerkugel sah man im Jahre 1719 zu Bologna in Italien. Sie war so groß, wie der Mond, und verbreitete einen Glanz, wie die aufgehende Sonne. Auf ihrer Oberfläche nahm man vier Schlünde gewahr, aus welchen Flammen mit Rauch hervordrangen. Ihren Durchmesser schätzte man auf 3560 Fuß, und ihre senkrechte Höhe zwischen 16 und 20,000 Schritt. Sie verbreitete in der ganzen Gegend einen schwefelichten Geruch, und zersprang endlich mit einem heftigen Knalle.

Die Feuerkugel, welche 1762 den 23. Juli des Abends um 10 Uhr in einem großen Theile von Deutschland gesehen wurde, leuchtete stärker, als der Vollmond, und zersprang bei Potsdam in einer Höhe von vier Meilen mit einem starken Knalle. Sie hatte 3145 rheinische Fuß im Durchmesser.

Auch im Jahre 1771 den 17. Juli Abends um 10 Uhr flog eine große Feuerkugel über die Stadt Paris, welche in einem großen Theile Frankreichs gesehen wurde; sie leuchtete ungemein hell, und zersprang mit einem solchen Knalle, daß Fenster und Hausgeräthe erschüttert wurden, und die Pariser ein Erbeben zu empfinden glaubten.

Im Jahre 1676 erschien eine Feuerkugel über der Stadt Florenz. Der Knall, mit den sie zerplatzte, war so fürchterlich, daß ganz Florenz erbebte.

§. 495. Am nördlichen Himmel hiauf, oft bis über den Scheitel hin, sieht man zuweilen, am meisten im Winter und im Herbste, nach Untergang der Sonne einen hellen feuerfarbenen, oder hochrothen strahlenden und zitternden Schimmer. Diese Erscheinung, welche nach der nördlichen Himmelsgegend hin am auffallendsten wahrgenommen wird, nennt man **Nordlicht** oder **Polarschein.**

Je nördlicher die Gegenden der Erde liegen, desto häufiger und stärker sind daselbst die Nordlichter. In sehr nördlichen Ländern, z. B. im nördlichen Sibirien, machen sie ein furchtbar prächtiges Schauspiel aus. Sie bilden da am Himmel eine Summe von Lichtströmen, welche wie die schönsten Edelsteine glänzen, aber auch ein prasselndes und rollendes Geräusch verbreiten, welches Menschen und Thiere in Schrecken setzt. Aber nicht in allen Jahren ist diese Erscheinung gleich stark.

Da auch nach dem Südpole der Erde hin eine ähnliche Erscheinung statt findet, welche man Südlicht nennt, so ist es wohl am wahrscheinlichsten, daß die ganze Erscheinung aus großen elektrischen Strahlenbüscheln besteht, welche, vermuthlich wegen der Drehung der Erde um ihre Achse, aus den Polen ausströmen. Damit stimmt Gestalt, Farbe und Geräusch überein. Auch ist zur Zeit des Nordlichtes die ganze Atmosphäre sehr elektrisch. Da die Südlichter schwächer seyn sollen, als die Nordlichter, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß aus dem Nordpole der Erde + E, aus dem Südpole — E elektrische Materie ausströmt. Bricht sich die elektrische Materie des Nordlichtes in den Dünsten unserer Atmosphäre, so erzeugt dieß oft ein sehr mannigfaltiges Farbenspiel. Andere Physiker vermuthen, daß es (wegen der großen Aehnlichkeit des elektrischen Lichtes im luftleeren Raume) elektrische Erscheinungen sind, welche sich in der höhern dünnen Luft lebhafter zeigen.

§. 496. Das Zodiakallicht oder Thierkreislicht unterscheidet sich schon dadurch sehr merklich von dem Nordlichte, daß es aus einem weißen schimmernden Streifen besteht, der zuweilen, im Frühjahre des Abends vom westlichen, im Herbste des Morgens vom östlichen Horizonte an, sich über einen Theil des Himmelsgewölbes hin erstreckt. Es geht ungefähr in der Richtung des Thierkreises fort, und

läuft am Himmel hinauf spitzig zu. In der Nähe des Aequators ist es fast in jeder hellen Nacht zu sehen; bei uns gehört es zu den seltenen Erscheinungen.

Noch immer kann man das Zodiakallicht nicht ganz befriedigend erklären. Es ist vielleicht ein Theil der Sonnenatmosphäre, in welchem die Atmosphäre unserer Erde sich zu gewissen Zeiten eintaucht. Die Atmosphäre der Sonne muß bei weitem feiner, als die unserer Erde, und, in Beziehung auf die Sonne, auch viel weiter reichen, als die Atmosphäre unserer Erde. Sie besteht aus einer feinen Lichtmaterie, während die Atmosphäre unserer Erde aus Luft besteht.

§. 497. Es erhellet aus dem Bisherigen, wie wenig wir noch von der wahren Beschaffenheit der Lufterscheinungen und von den Ursachen der Veränderungen in Luftkreisen wissen. Dieß darf uns aber nicht befremden, noch niederschlagen; denn, da wir es größtentheils mit unsichtbaren Stoffen zu thun haben, so ist es nicht zu verwundern, wenn sie hie und da unsern Beobachtungen entgehen. Auf der andern Seite können die bereits gemachten Entdeckungen uns Muth einflößen, in unsern Untersuchungen weiter zu gehen; und sie sind hinreichend, uns Belehrung und Unterhaltung zu verschaffen, und uns zur Erkenntniß und Bewunderung der weisen Einrichtung der Natur und des großen Zusammenhanges der Dinge, die uns umgeben, zu leiten.

Bayerische Staatsbibliothek München

Druckfehler.

Seite	9	Zeile	14 von unten	lies zertheilt statt getheilt
„	32	„	6 „	„ l. Glasfäden st. Glasfedern
„	58	„	13 von oben	l. dem st. den
„	68	„	16 von unten	l. Fig. 73 st. Fig. 72
„	72	„	12 von oben	l. können st. könne
„	74	„	7 von unten	l. K′ st. K
„	74	„	6 „	„ l. K′ = 3 st. K = 3
„	94	„	13 von oben	l. keine st. eine
„	107	„	5 „	„ l. Capillarattraktion st. Cappil-laratraktion.
„	128	„	16 von unten	l. Zirkinzer-See in Krain
„	130	„	16 von oben	l. dieses zeigt der Versuch Fig. 181
„	153	„	11 „	„ l. sondern st. sodern
„	154	„	9 „	„ l. Anschiessen st. Anschließen
„	175	„	10 „	„ l. Watt st. Vatt
„	179	„	zu §. 248 gehört Fig. 205	
„	182	„	8 von unten	l. bis das Queckſilber st. bis das Wasser
„	—	„	7 von oben	l. expansiven st. expensiven
„	210	„	13 von unten	l. Planconvex st. Planconcav
„	215	„	7 von oben	l. erhabene Linse st. Prisma
„	225	„	15 von unten	l. Staniol st. Steinöhl
„	243	„	14 Fig. 289 und Fig. 290 stellen Blitztafeln vor	
„	265	„	14 von unten	l. Luftkreise st. Lichtkreise
„	274	„	8 von oben	l. ♀ st. ♁
„	—	„	11 „	„ l. ♁ st. ♀
„	289	„	9 von unten	l. während eines Zeitraumes st. während einem Zeitraume
„	298	„	7 von unten	l. Bewegung st. Bewewegung
„	298	„	17 von oben	l. 51000 st. 510,000
„	299	„	8 „	„ l. Winkel st. Viertel
„	301	„	13 „	„ l. Erhabenheiten st Erhabenheit
„	313	„	5 von oben	l. atlantische st. atlandische
„	345	„	10 von unten	l. Indigoblau st. Judizblau
„	354	„	16 „	„ l. Wenn st. Menn

Im Verlage von Ernst August Fleischmann in München sind nachstehende empfehlungswürdige Schriften erschienen:

Eggers Anfangsgründe der niedern Mathematik, enthaltend die Arithmetik und Algebra, zum Gebrauche in Schulen und zum Selbstunterrichte. 16¼ Bogen. gr. 8. 1827. Preis: broschirt 48 kr.
gebunden 54 kr.

Eggers kurze Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels zum Gebrauche seiner Zuhörer. kl. 8. 1825. Preis: gebunden 9 kr.

rat zu Eggers Experimental-Physik Tab I.

Fig 11.

Fig 12.

Fig 13.

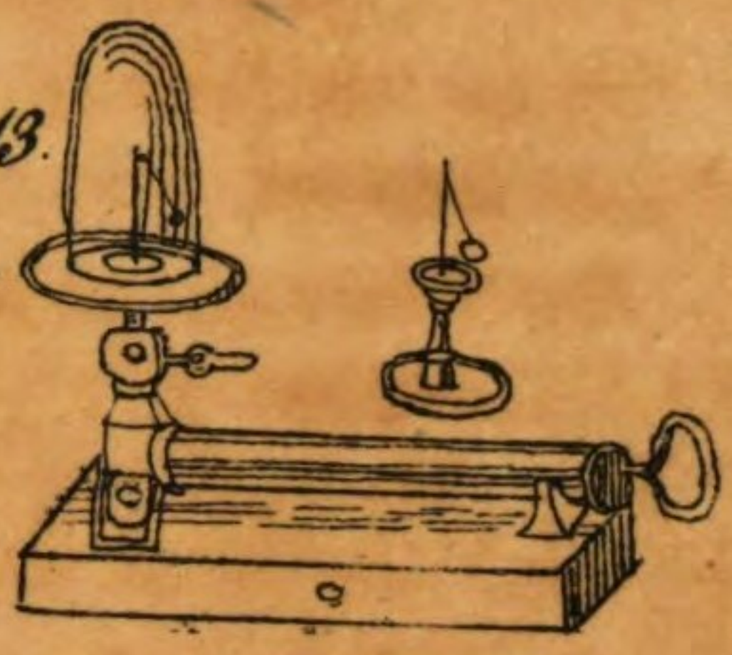


Fig. 27. Fig 28

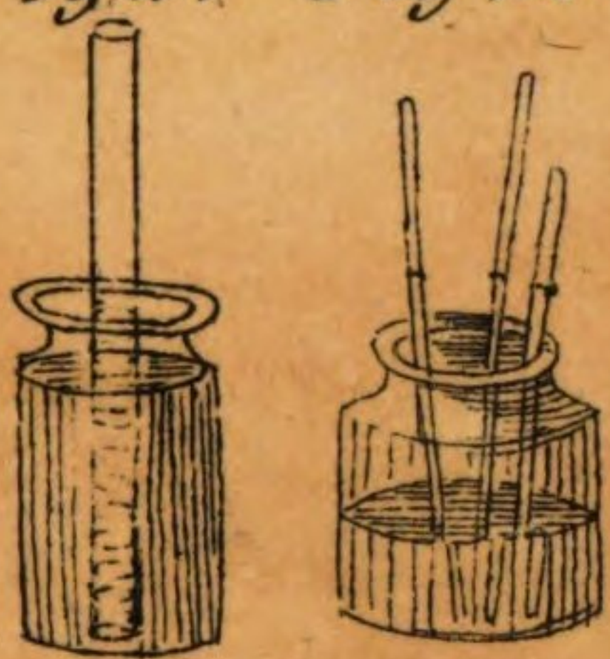


Fig. 29.

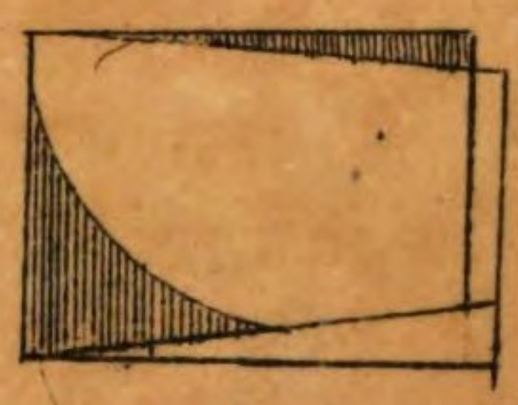
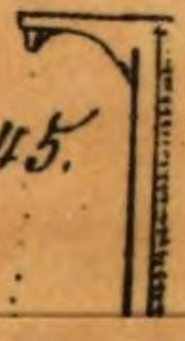


Fig. 25.

Fig 26.

Fig. 43.

44. Fig 45.



A

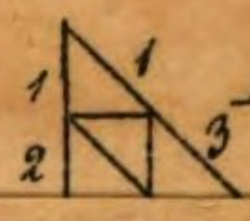


Fig 46

Fig 42

B.

B.

B.

Fig 116.

Fig. 117.

C

B

K

48

L 32 L.

L

124.

1:2

1:6

1:4

K

L 18 L.

Fig 125.

1:30

1:7

1:8

K

2802 lf.

L

29.

Fig 130.

B.

1:6

1:11

K 1200 lf.

L 2750 lf.

40. Fig 141

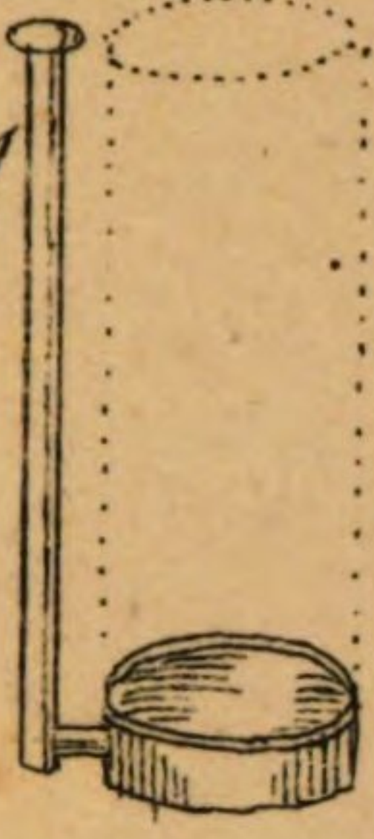


Fig 142.

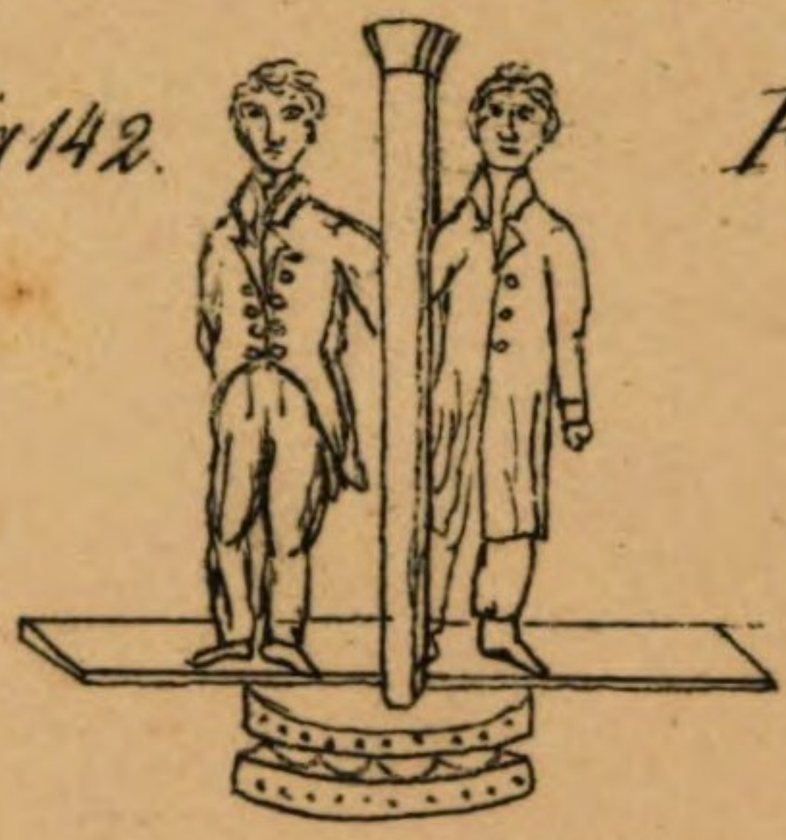


Fig 143.

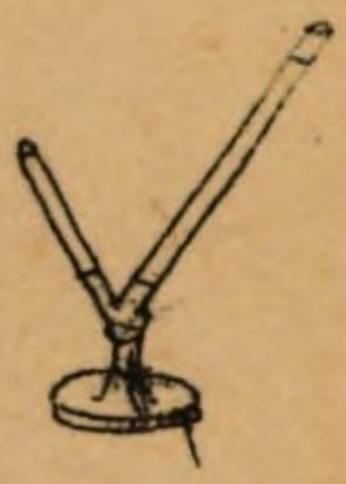


Fig 155.

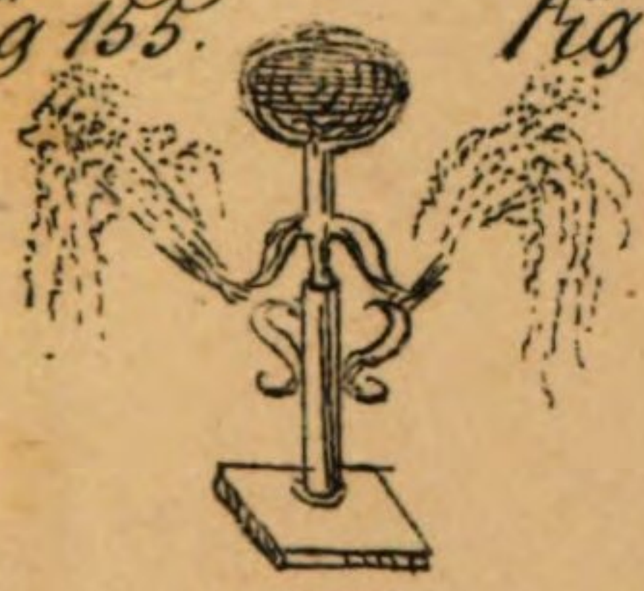
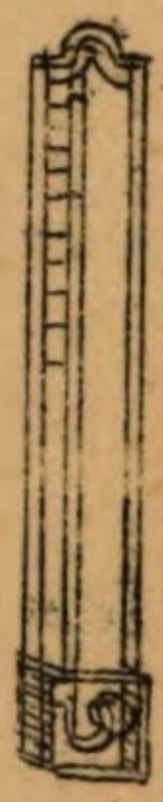


Fig 156.

Fig 157.

Fig 158



166

Fig 167.

Fig 168.

Fig. 239.

Fig 240.

Fig 247.

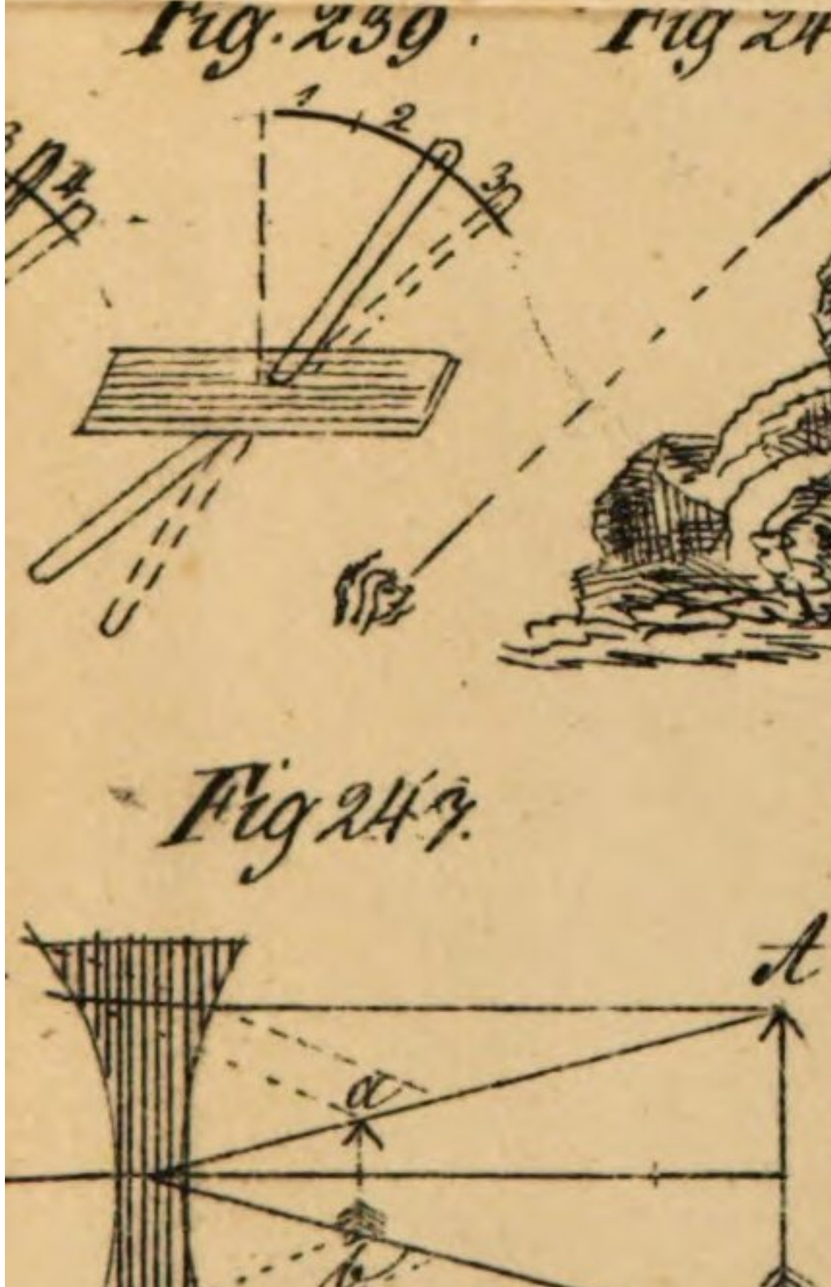
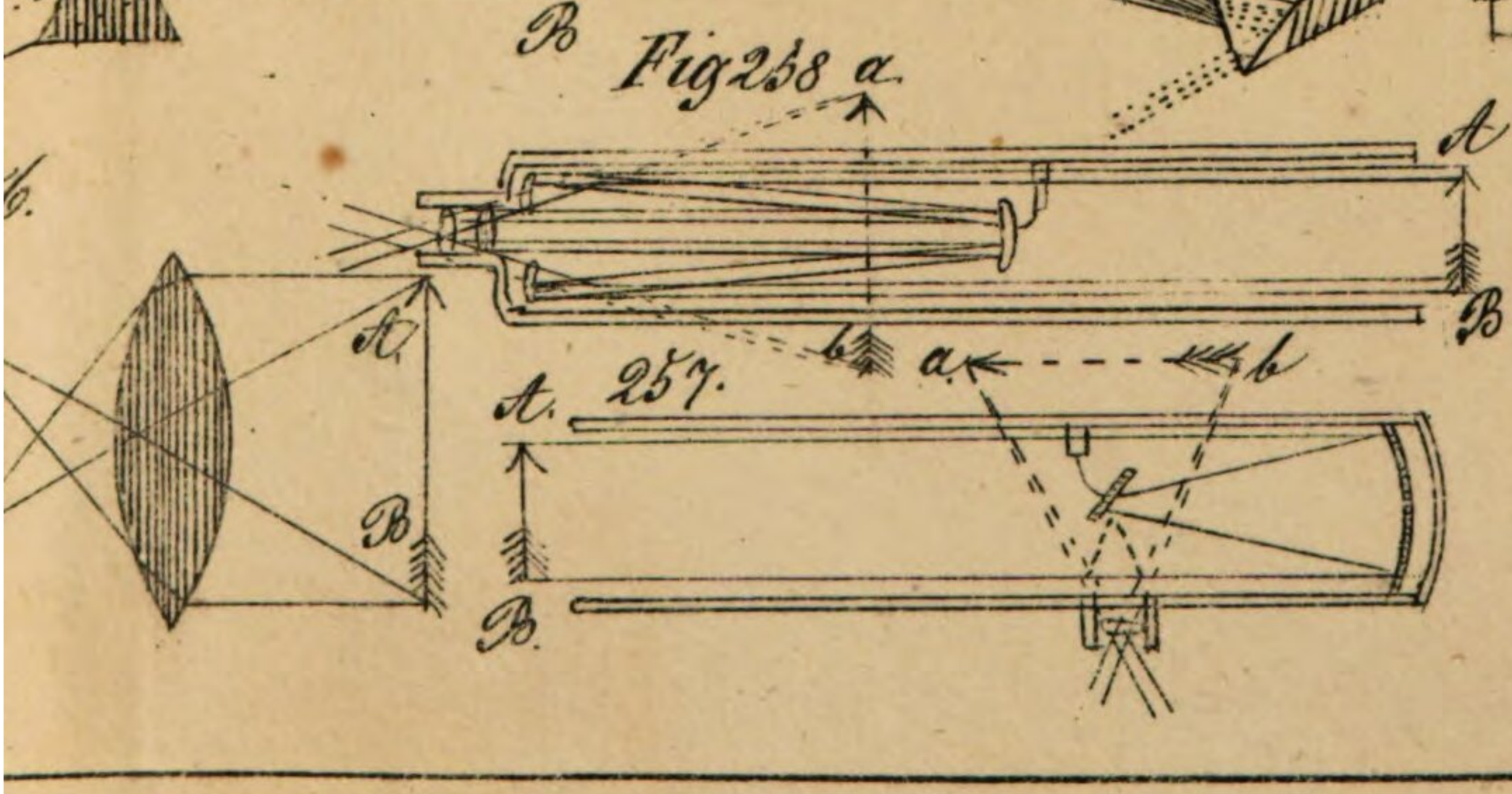
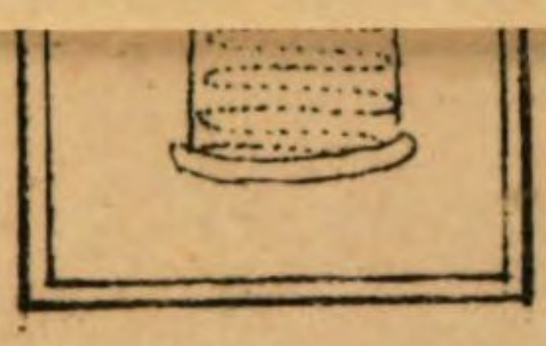
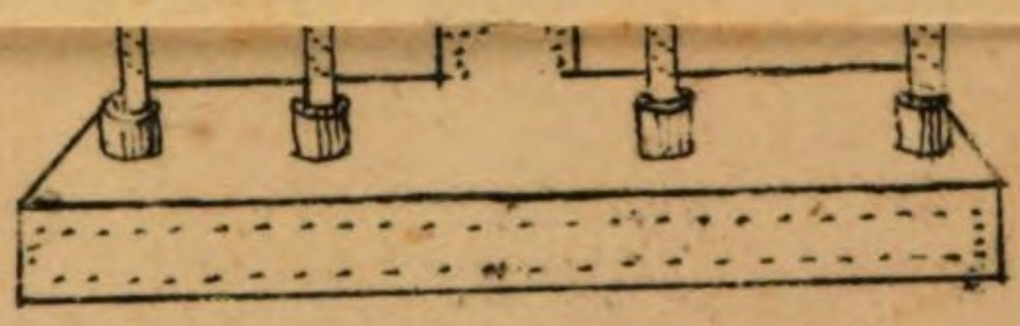


Fig. 248.

Fig 258 a.







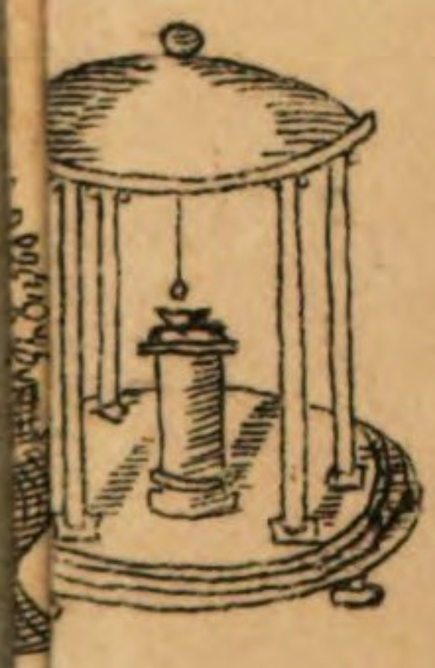


Fig 294

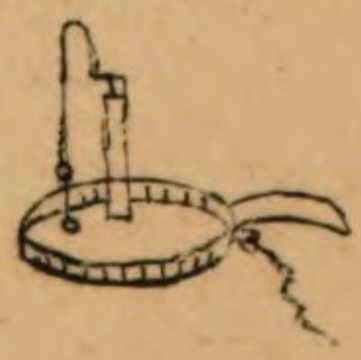


Fig 295

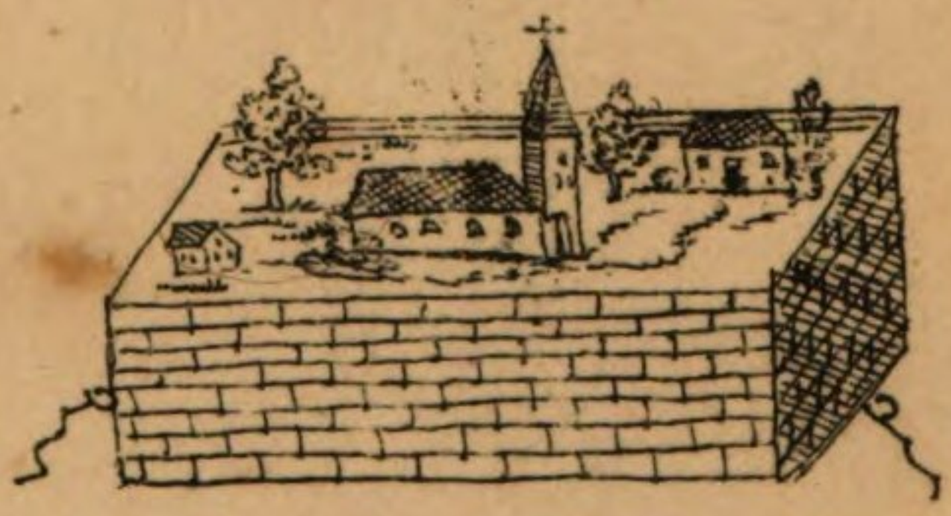


Fig 305.

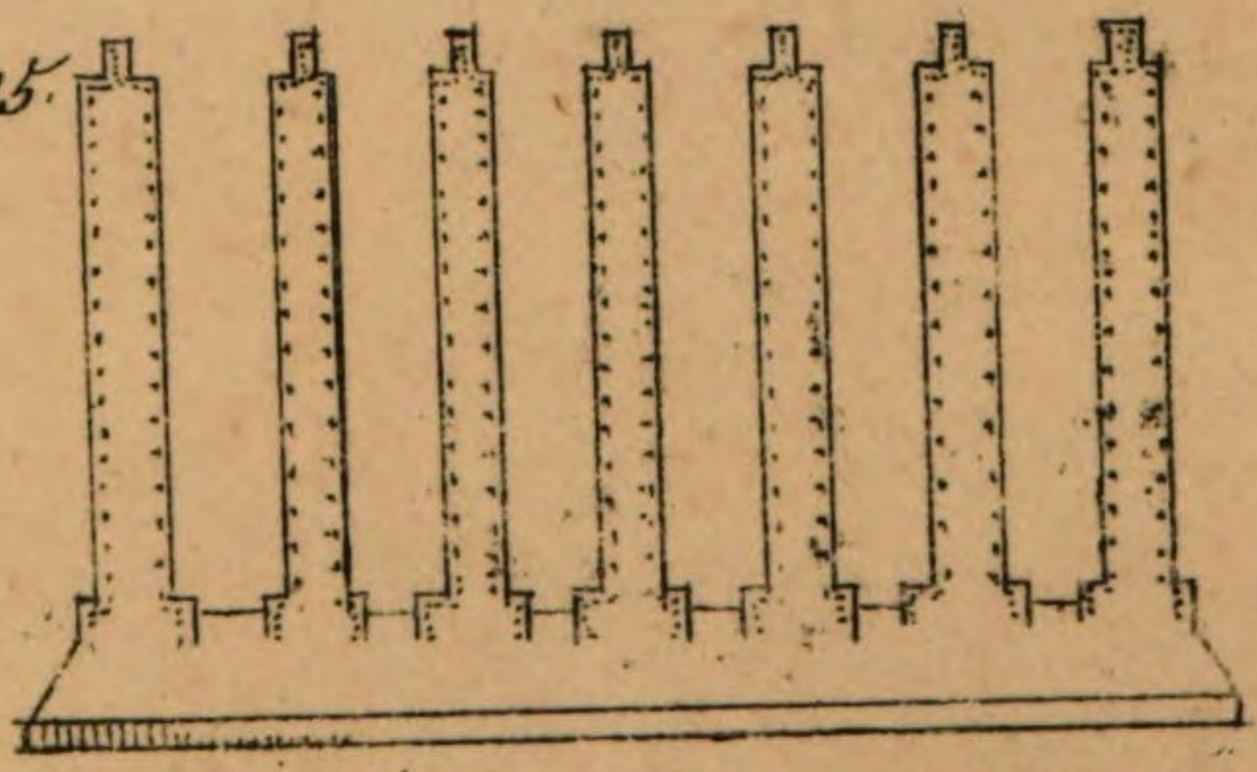
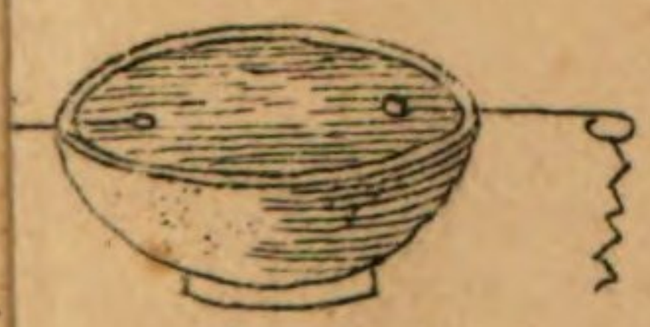


Fig 314



313

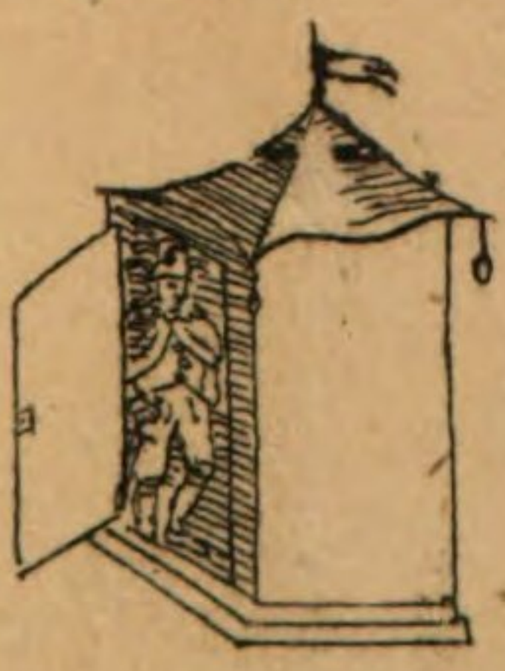


Fig 316

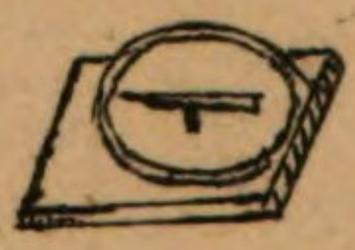


Fig 314

315

Muffat.

Eggers Physick Tab VI.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Egger, Kajetan,

Leitfaden zu Vorlesungen über populäre Experimentalphysik für Liebhaber der Natur und die Jugend

München 1829

Phys.g. 98
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10130951-3